

대기행렬을 적용한 승차 구매점의 정량적인 대기열 산정과 개선방안

이승원¹ · 허승하² · 윤경일³ · 김재준^{4*}

¹한양대학교 건축공학과 석사과정 · ²한양대학교 건축공학과 박사과정 · ³한양대학교 건축공학과 석사과정 · ⁴한양대학교 건축공학과 교수

Quantitative Queue Estimation and Improvement of Drive-Through with Queuing

Lee, SeungWon¹, Huh, SeungHa², Yoon, KyoungIl³, Kim, JaeJun^{4*}

¹Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Hanyang University

²Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Hanyang University

³Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Hanyang University

⁴Professor, Department of Architectural Engineering, Hanyang University

Abstract : Excessive complaints and traffic jams occurred as customers who visited the Drive-thru waited in a long line. Company S recommends DT Pass to reduce the queues. Therefore, this study confirmed the improvement in performance of the queue increasing the number of stores operated by two servers instead of one using a queue model. And then confirmed performance improvement by dividing them into DT and DT Pass. After that, the L value derived through the queue model and the number of queues in each store were compared to calculate the number of queues to be additionally provided. Through this, the validity of selecting the minimum number of queues in the future is verified based on the results derived in this study.

Keywords : Drive Thru, Resource Allocation, Queuing System, Server Increase, Customer Arrival Control

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

COVID-19는 전 세계적으로 경제 및 사회생활의 모든 측면에서 심각한 영향을 미치고 있다(Brammer et al., 2020). 팬데믹(Pandemic) 이후 전 세계적으로 전염병을 모니터링하고 통제하기 위한 많은 시도가 있었다(Nijkamp & Kourtit, 2022). 한국에서는 사회적 거리 두기가 감염 확산을 늦추기 위한 기본 지침으로 채택되었다(Jeong et al., 2021). 이에 따라 서비스 공간에 대한 인식 변화와 함께 언택트 서비스가 대두되고 있다(Lim & Ryu, 2022). 특히, 승차 구매점은 사람들에게 더욱 부각되는 서비스가 되었다(Nair et al., 2021). 승차 구매점은 주문할 때부터 계산이 끝날 때까지 자리에서 내리지 않고 한 번에 해결할 수 있는 서비스이다(Oh

& Kim, 2020).

사는 COVID-19로 인해 승차 구매점을 이용하는 고객이 증가하여 매장을 이용하는 고객보다 평균 1.77배 많은 고객이 승차 구매점을 이용하였다. 특히, 교통이 혼잡한 출근 시간에 매장을 이용하는 고객으로 인해 대기열이 발생하였고, 긴 대기열(음료를 주문 후 수령하기 위해 대기하는 공간)로 인한 교통 혼잡, 민원 등 승차 구매점의 서비스는 비효율성을 보여주며 많은 문제가 발생했다(Whitenack & Mahabir).

이에 국토교통부는 교통 혼잡을 완화하기 위해 교통 혼잡을 유발하는 시설물에 교통유발부담금을 부과하고 있다(Son & Ko, 2022). 그러나 교통유발부담금은 교통혼잡을 완화하기 위한 교통 수요관리 역할을 제대로 수행하지 못하고 있다(Choi & Cho, 2014). 위의 문제를 해결하기 위해서는 승차 구매점에서 구비해야 할 최소 대기 공간의 정량화가 필요하다.

대기열의 정량화를 통해 성능을 개선한 많은 연구가 있다. Ham et al. (2018)은 대기행렬 모델을 사용하여 최적의 BIM 코디네이터 투입에 대한 분석을 수행하였다. Kim (2021)은 자원의 조정에 따라 일부 검사실을 이동 배치하여 동선의 혼잡을 줄여 대기열 발생에 따른 시간 지연을 감소시켰다.

* **Corresponding author:** Kim, Jaejun, Department of Architectural Engineering, Hanyang University, Seoul 04763 Korea.

E-mail: jjkim@hanyang.ac.kr

Received September 27, 2022 **revised** October 28, 2022

accepted December 26, 2022

Deng et al. (2008)은 대기열 이론을 사용하여 비상시 대형 건물을 효율적으로 대피하고 대피 시간을 감소시켰다.

이에 본 연구는 승차 구매점의 과도한 대기열을 해결하기 위해 S사를 이용하는 차의 대수와 현재 구비된 대기열로 인한 성능을 대기행렬 방법론을 사용하여 분석하고, 추가로 구비해야 할 대기열의 수를 도출하고자 한다. 대기열의 정량적인 분석은 승차 구매점으로 인한 교통체증을 해결할 수 있다. 또한, 향후 생길 승차 구매점 기획 단계에서 주차장의 수, 대기열의 개수, 픽업 윈도우의 수를 정량적으로 분석할 수 있다. 대기열의 정량화를 통해 S사의 승차 구매점의 대기열을 감소시켜 교통체증과 민원을 예방하는 방안을 제시한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 S사의 승차 구매점을 대상으로 한다. S사는 한국에 총 1,704개(2022.6.28. 기준)의 매장이 전국에 분포되어 있고, 그중 승차 구매점은 359개(2022.6.28. 기준)가 있다. 전국에 분포되어 있는 359개의 매장 중 열두 개를 선정하였다. 수집한 데이터는 매장을 이용하는 고객, DT (Drive-thru)를 이용하는 고객과 DT Pass를 이용하는 고객의 수이다. DT는 고객이 매장에 도착하여 주문한 후 음료를 수령한다. 즉, 주문과 수령 두 가지 서비스를 한다. 그러나 DT Pass는 선 주문을 통해 수령만을 서비스한다. 연구의 순서는 다음과 같다.

첫째, 열두 개의 매장 중 민원이 가장 많이 발생하는 바쁜 여섯 개의 매장과 교통체증을 유발하지 않는 바쁘지 않은 여섯 개의 매장을 선정하였다.

둘째, 매장의 전체 이용 시간인 07:00~22:00와 바쁜 시간대인 07:00~15:00 고객의 도착률을 나누어 분석하였다.

셋째, 현재 승차 구매점에 적용되고 있는 방식인 서버가 하나일 때와 두 개로 증강했을 때의 성과를 정량적으로 도출하여 분석하였다.

넷째, 서버를 두 개로 증강한 후, DT(방문 주문 차량)와 DT Pass(선 주문 고객)로 분리하였을 때의 성능을 분석하였다.

다섯째, 고객의 도착을 조절하여 DT와 DT Pass 고객의 도착이 5:5일 때와 4:6일 때의 성과를 비교 분석하였다.

본 연구의 연구 방법은 경영과학의 대기행렬을 이용하였다. 각 매장의 평균 도착률과 서비스할 수 있는 서비스율을 도출하였다. 그 후 대기행렬을 이용하여 각 매장의 이용률을 도출하여 긴 대기열이 발생해 교통체증을 유발하는 매장도 그렇지 않은 매장을 구분하였다. 대기열의 정량적인 분석을 통해 승차 구매점의 적절한 서버의 수를 증강하였다. 더하여 DT와 DT Pass를 분리하여 고객에 대한 서비스 규칙 변경을 통해 대기열의 성능을 개선하였다. 이에 따라 구비하여야 할 주차장의 대수와 대기열의 길이를 조절하여 승차 구매점 매장에 적용하였다.

2. 문헌 고찰

2.1 대기열 감소를 위한 자원 분배

자원의 관리는 건설관리 분야의 기초 연구 주제이다 (Ballesteros-Perez et al., 2019; Zhong et al., 2018; Anvuur & Kumaraswamy, 2016; Ham et al., 2020). 자원 할당은 한정된 자원을 적절히 배분하는 것을 의미한다(Jang & Cha, 2005). 자원 할당은 대기열 시스템에서 필수적인 부분이다(Jagannathan et al., 2008). 대기열을 줄이기 위해 서버의 수 증량, 고객의 도착률 및 서비스율 조절, 대기열 서비스 규칙 부여와 같은 주요 매개변수의 기능을 활용하면 대기열을 줄이는 데 도움이 된다(Weiss & Tucker, 2018).

서버를 증강하면 고객들을 서비스할 수 있는 서비스 설비가 증가하므로 대기열을 효과적으로 줄일 수 있다. Ting et al. (2022)은 병원의 바쁜 시간대의 서버를 증가시켜 병원을 찾은 환자들의 대기열을 줄였다. Dewandaru et al. (2021)은 주유소에 생기는 과도한 대기열을 주유소의 서버를 증강하여 대기열을 감소시키고 작업자의 피로를 줄일 수 있음을 증명하였다.

서비스율을 향상시키면 시간당 처리할 수 있는 고객의 수가 증가한다. 서비스율을 향상시키는 대표적인 방법은 인력의 총원과 업무 효율성 향상이다. 프로젝트의 성공을 보장하기 위해 인적 자원 할당을 위한 적절한 전략을 설계해야 한다. Dabirian et al. (2022)은 건설 프로젝트에서 인적 자원의 할당 및 프로젝트 수행을 개선하여 비용 및 시간의 측면에서 프로젝트 성과를 개선하였다. Wibowo et al. (2021)은 슈퍼마켓의 계산원에서 발생하는 긴 대기열을 줄이기 위하여 계산원에 한명의 교환원을 추가하여 서비스 속도를 높였다.

규칙을 부여해 대기열을 관리하는 방법이 있다. 우선순위 규칙, 무작위 규칙 등의 규칙을 주어 대기열을 관리한다. Huh et al. (2021)은 BIM 직원이 설계 오류를 처리하는데 선입선출 규칙을 적용하였을 때와 우선순위 규칙을 적용하였을 때의 성과 지표를 정량적으로 분석하여 최적의 BIM 직원의 수를 도출하였다. Hou & Zhao (2020)은 응급실에 진료받으러 온 환자의 다중 우선순위 환자를 추정하고 응급실에서 우선순위가 높은 환자의 대기시간을 줄이기 위한 우선순위 대기열 접근 방식을 제시하였다. Ibanez et al. (2018)은 의사들을 작업 배치할 때 유사한 작업을 우선 배치하고 그룹화하여 작업의 능률을 높이는 연구를 하였다. 그러나 대기열을 획기적으로 줄이려면 많은 자원 필요하고, 대기열의 감축으로 인해 소요한 자원의 비용이 수익보다 더 크면 다른 원치 않는 장기적 영향이 있을 수 있다(Gautam, 2012).

이에 본 연구에서는 S사의 승차 구매점 대기열 감소를 위해 적절한 자원을 투입하여 대기열을 줄이고자 하였다. 먼저

서버의 증량에 따른 성능 개선을 확인하고, 고객의 서비스에 규칙을 적용하였다. 이를 통해 도출된 성능에 따른 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간 최적의 수를 산정하여 앞으로의 승차 구매점 관련 설계안 의사결정에 도움을 주고자 한다.

2.2 현행 법령 분석 (주요국의 법령 분석 등)

승차 구매점 관련 문제를 해결하기 위해 해외의 사례를 분석하였다. 승차 구매점을 최초로 도입한 미국과 승차 구매점 관련 법령을 엄격히 규제하고 있는 캐나다의 관련 법령을 한국의 법령과 비교 분석하여 문제점을 도출하였다.

미국의 승차 구매점 입구는 교차로에서 최소 15m 이상 떨어진 곳에 만들어야 하며 보행자 통로와 대기차선이 교차하면 안 된다. 캐나다는 승차 구매점 매장 입구는 주거지역으로부터 30m 이상 떨어진 곳에 설치해야 하며 대기차선은 건물 뒤 또는 매장 내부의 측면에 설치하여 공공도로와 맞닿지 않게 하여야 한다(Korea Consumer Agency, 2016). 한국은 승차 구매점 주변을 지나는 보행자의 보행권과 교통안전 확보를 위해 2020년 7월 전국에서 최초로 “서울특별시 승차 구매점 교통안전 관리 조례”를 제정하였고 2020년 9월 부산시 의회도 승차 구매점 안전대책을 강화하는 조례를 통과시켰다. 주차장 진·출입과 승차구매를 위한 진·출입 동선이 분리되어 5m 이상 간격을 두어야 하고, 승차구매를 위한 진·출입구가 분리되어야 한다. 그러나 미국과 캐나다의 승차 구매점 관련 규정이 세분화되어 있고 체계적이지만 한국의 승차 구매점 관련 규정은 체계적이지 않다.

Table 1. Comparison of Drive-Thru laws of the United States of America, Canada and Korea

Classification	Regulations on store entrance	Rules for entry and exit
United States of America	Drive-through entrances shall be made at least 15m from the intersection.	The pedestrian passage and waiting lane do not intersect.
Canada	The drive-through entrance shall be installed at least 30m away from the residential area.	Standby lanes shall be installed behind the building or on the side of the store to avoid contact with public roads.
Republic of Korea	Drive-through entrances shall not interfere with traffic at nearby traffic facilities such as intersections and bus stops.	The entrance and exit movement of the parking lot for drive-through shall be at least 5m apart.

국민권익위원회에 따르면 승차 구매점의 최근 6년(2015.01~2020.07) 민원을 분석한 결과, 총 1,121건으로 매년 평균 51.1% 증가하였다. 그중 승차 구매점 관련 민원의 51.4%(2021.01 기준)가 “차량 통행 방해”라고 밝혔다.

언택트 소비 방식의 선호가 높아지면서 승차 구매점 매장이 더욱 증가하고 있다. 이에 국토교통부는 승차 구매점의 규제를 강화하고 관련 제도 도입방안을 위해 연구용역을 제시하였다.

2.3 대기행렬

대기행렬은 서비스를 받으려고 하는 고객들의 불규칙한 도착으로 인해 발생하는 현상이다(Cheon & Lee, 2006). 대기행렬은 다양한 형태의 서비스를 받을 때 발생하는 대기시간들의 현상을 나타낸다(Han, 2001; Kim et al., 2017). 고객은 서버에서 서비스를 받기 위해 대기행렬 시스템에 도착한다. 고객이 대기열 시스템에 언제 도착할지 예측하는 것은 거의 불가능하기에 단위 시간당 평균 도착 고객의 수를 추정할 수 있다. 이를 평균 도착률이라고 하고 ‘λ’로 표현된다. 서버가 단위 시간당 평균적으로 처리할 수 있는 고객의 수를 평균 서비스율이라 하고 ‘μ’로 표현된다.

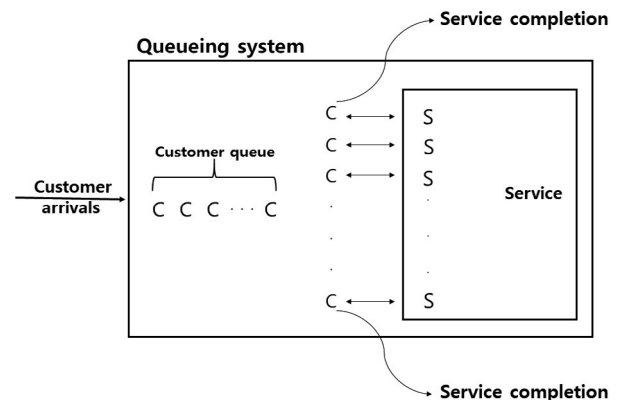


Fig. 1. Queuing system

대기행렬 이론(Queuing Theory)은 다양한 형태의 기다림에 대한 연구로서 <Fig. 1>과 같이 현실에 나타나는 여러 형태의 대기행렬 시스템(Queuing systems)을 대기행렬 모형(Queuing models)을 이용하여 표현한다(Frederick & Mark, 2010).

서버의 이용률은 서버의 전체 업무 시간 중 서버가 고객을 서비스하는 데 사용한 단위의 시간을 나타내며 다음 <Equations 1>과 같이 표기한다. 대기행렬 모형에서 고객의 도착률이 서버의 서비스율보다 높으면 $\rho \leq 1$ 을 충족할 수 없다. $\rho \leq 1$ 을 충족하지 못하면 나머지 L, Lq, W, Wq의 값을 도출할 수 없다.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (1)$$

서비스 중인 고객을 포함한 평균적인 시스템 내의 고객의 수는 다음 <Equations 2>와 같이 표기한다.

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (2)$$

서비스 중인 고객을 제외한 평균적인 시스템 내의 고객의 수는 다음 <Equations 3>과 같이 표기한다.

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (3)$$

서비스 시간을 포함한 시스템 내에서의 개별 고객의 대기 시간을 <Equations 4>와 같이 표기한다.

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (4)$$

서비스 시간을 제외한 시스템 내에서의 개별 고객의 대기 시간을 <Equations 5>와 같이 표기한다.

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (5)$$

대기열 이론은 다양한 응용 분야에서 수년 동안 사용되어 왔다(Zhang & Ahmed, 2022). 이에 건설 분야에서 대기열 이론을 사용한 선행연구를 분석하여 본 연구에 적용하였다. Wee et al. (2021)은 대기행렬 모형을 사용하여 자원 평준화를 통해 공사 일수를 단축하고 공사비용을 절감하였다. Alnowibet et al. (2022)은 대기행렬 모형을 사용하여 공항의 터미널을 확장하고 직원을 교육하여 승객들의 대기시간과 대기열을 줄이는 연구를 진행하였다. Ham et al. (2020)은 BIM 인력을 최적화하기 위해 대기행렬 모형을 사용하여 최적의 인력 배치를 제안하였다. Kim et al. (2021)은 아파트 골조공사 기간을 대기행렬을 사용하여 분석하고 작업 단위의 기간을 정량적으로 분석하였다. Lee et al. (2008)은 고층 빌딩의 리프팅의 성능을 정량적으로 분석하고 합리적인 선택을 하기 위해 대기행렬 모형을 사용하였다. Kim et al. (2021)은 대규모 건설 프로젝트에서 불확실성과 위험을 최소화하기 위하여 대기행렬 모형의 성과 지표 분석을 통해 4D Digital Twin Frame Work를 제안하였다.

이에 본 연구는 대기행렬 모형을 사용하여 합리적인 자원 할당의 데이터로 사용하였다. 먼저 승차 구매점 각 매장의 성과를 대기행렬 모형을 사용하여 도출하였다. 이를 통해 각 매장의 L(시스템 내의 고객의 수) 값을 매장별로 구비하고 있는 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간의 대수와

비교하였다. 이를 통해 추가로 구비하여야 하는 차량의 대기 공간 대수를 정량적으로 분석하였다.

3. 자료 수집

본 절에서는 S사 매장의 평균 서비스율(μ)과 고객의 도착률(λ)을 통해 각 매장의 이용률(ρ)을 분석하였다. 매장의 선정은 전국에 분포되어 있는 매장 중 열두 개의 매장을 선정하여 진행하였다. 열두 개의 매장 중 긴 대기열이 발생하여 민원이 많이 발생하는 여섯 개의 매장 과 대기열이 적게 발생하여 민원이 발생하지 않는 매장 여섯 개를 각각 선정하였다. 기간은 2021.11.14.부터 2021.11.28. 일까지 총 14일 동안의 데이터를 수집하였다. 1, 2, 3, 4, 5, 8 매장은 대기열이 많이 발생하여 교통체증을 유발하였다. 그러나 6, 7, 9, 10, 11, 12 매장은 대기열이 발생하지 않아 교통체증을 유발하지 않았다. 각 매장에서 매장을 이용한 고객의 수, DT 고객의 수, DT Pass 고객의 수를 각각 수집하였다. 이를 통해 각 매장의 시간대별 평균 도착률과 이용률을 도출하였다.

3.1 S사 매장 개요

S사의 승차 구매점 매장은 진입 구역, 주문 구역, 대기 구역, 계산 & 수령 구역, 출구 구역 등 총 다섯 개의 구역으로 구성되어 있다.

진입 구역은 고객이 처음 매장에 도착하여 접하는 공간이다. 고객이 승차 구매점을 정확히 인지할 수 있도록 하여야 하고, 고객이 주문부터 수령까지의 흐름을 안내하는 데 도움이 되도록 설계하여야 한다.

주문 구역은 고객이 주문하는 공간으로 매장 입구와 연결되어 있으며 클리어런스 바(높이 제한 바), 메뉴 보드, 주문 화면을 설치하여야 한다. 주문 구역은 고객의 주문을 빠르게 접수하여 대기열을 줄이는 데 중점을 둔다.

대기 구역은 주문을 끝마친 고객이 대기를 위해 머무는 공간으로 “카 스택(car stack)”이라고 부른다. S사에서 근무하는 파트너의 음료 제조 시간이 길어질수록 대기 구역에서 대기하는 고객들의 대기열은 길어진다. 이 구간에서는 고객이 인지하는 대기시간을 줄이기 위하여 시각적으로 흥미롭게 디자인하는 것에 중점을 준다.

계산 & 수령 구역은 고객이 주문한 음료를 수령하고 결제를 진행하는 구간이다. 이 구간에서는 서비스하는 직원의 능력에 따라 서비스 시간이 달라지므로 대기열을 줄이기 위해서 적절한 인력 배치와 직원의 업무 능력 향상이 중요하다.

출구 구역은 음료를 수령하고 다시 도로에 나가기 전 대기하는 공간이다. 이 구역은 외부 도로의 상황에 따라 대기열이 발생할 수 있으나 승차 구매점 내의 대기열에는 영향

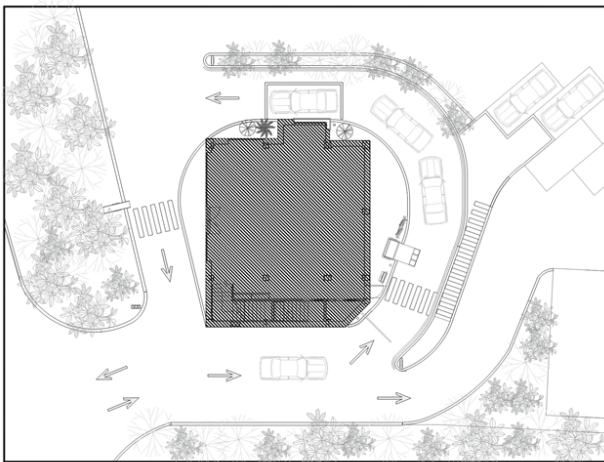


Fig. 2. Overview of Store 4

을 미치지 않는다.

4 매장은 전체 열두 개의 매장에서 바쁜 여섯 개 매장 중 하나이다. <Fig. 2>와 같이 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간은 총 일곱 대가 구비되어 있다. 그중 주문을 끝마친 고객이 대기를 위해 머무는 차량의 대기 공간은 네 대로 구성되어 있다.

3.2 S사 매장 도착률

S사의 평균적으로 DT 매장에서 주문 후 수령까지 소요되는 서비스 시간은 2분 30초이다. 이에 DT 매장이 한 시간 동안 서비스할 수 있는 고객의 수를 정량화하였다. DT 매장이 서비스할 수 있는 고객의 수는 24대이다. 따라서 평균 서비스율(μ)을 24로 설정하였다.

Table 2. Customer arrival rate (07~22, 07~15)

Sequence Server	07-22 DT customer	Arrival rate (λ)	07-15 DT customer	Arrival rate (λ)
1	721	45.06	507	56.33
2	580	36.25	411	45.67
3	685	42.81	449	49.89
4	566	35.38	417	46.33
5	723	45.19	490	54.44
6	465	29.06	343	38.11
7	251	15.69	184	20.44
8	823	51.44	560	62.22
9	505	31.56	374	41.56
10	225	14.06	168	18.67
11	81	5.06	52	5.78
12	146	11.31	113	12.56

<Table 2>는 서버별 성과 지표를 분석하여 07:00~22:00까지 매장을 이용하는 고객, DT와 DT Pass를 이용하는 고객의 데이터와 07:00~15:00까지 매장을 이용하는 고객의 데이터를 수집하였다. S사에서 한 시간 동안 서비스할 수 있는 차량의 수는 24대이다. 고객(DT 차량의 수)의 도착률이 24

보다 높은 경우 서버는 고객을 더 이상 서비스할 수 없어 대기열이 발생한다.

현재 S사 열두 개 매장에서 서버의 서비스율이 고객의 도착률보다 높은 매장은 7, 10, 11, 12 네 개의 매장이다. 이 매장의 경우에는 현재 운영 중인 하나의 서버로도 대기열이 발생하지 않는다.

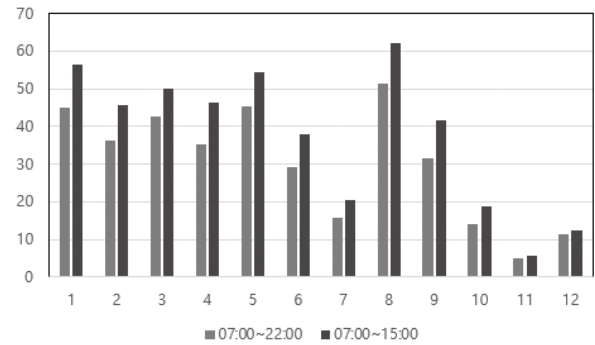


Fig. 3. Analysis of customer arrival rate (07~22, 07~15)

매장 전체 시간인 07:00~22:00와 바쁜 시간대인 07:00~15:00를 나누어서 분석한 결과 바쁜 시간대의 고객이 1.25배 증가하였다. 이에 본 연구에서는 바쁜 시간인 07:00~15:00 고객의 도착률로 연구를 진행하였다.

3.3 S사 매장 이용률

S사는 하나의 서버(수령 구역)로 DT 매장을 운영하고 있다. 다음 <Table 3>은 전체 열두 개의 매장을 07:00~15:00에서 서버가 하나일 때 대기행렬의 성능을 분석한 결과이다.

Table 3. Utilization rate of the store with one server

Sequence Server	Average number of customers (L)	Average wait length (L_q)	Latency in the system (W)	Wait time in queue (W_q)	Server utilization rate (ρ)
1	N/A	N/A	N/A	N/A	2.26
2	N/A	N/A	N/A	N/A	1.82
3	N/A	N/A	N/A	N/A	2.21
4	N/A	N/A	N/A	N/A	1.89
5	N/A	N/A	N/A	N/A	2.20
6	N/A	N/A	N/A	N/A	1.57
7	3	2.25	0.17	0.13	0.75
8	N/A	N/A	N/A	N/A	2.29
9	N/A	N/A	N/A	N/A	1.62
10	1.56	0.95	0.11	0.07	0.61
11	0.69	0.28	0.07	0.03	0.41
12	3.76	2.97	0.20	0.16	0.79

분석 결과 열두 개의 매장 중 여덟 개의 매장에서 이용률이 $\rho \leq 1$ 을 충족하지 못하였다. 이용률이 1을 초과하는 것은

서버가 과포화 상태임을 뜻하여 더 이상 서버가 고객에게 서비스를 제공할 수 없어 대기열이 발생한다.

서버가 하나일 때 전체 매장 이용률의 평균은 1.54이다. 열두 개의 매장 중 이용률이 가장 낮은 11 매장 서버의 이용률은 0.41로 하나의 서버로 고객을 서비스하여도 안정적으로 운영할 수 있다. 그러나 열두 개의 매장 중 이용률이 가장 과다하여 대기열이 발생하는 8 매장은 서버의 이용률이 2.29이다. 이는 서버가 서비스할 수 있는 한계보다 2배 이상 높은 수치로 많은 대기열이 발생하여 교통체증을 유발하는 성능이다, 따라서 다음 절에서는 성능의 개선을 위해 서버를 두 개로 증량하여 분석하였다.

4. 자료 분석

4.1 대기행렬 모형 분석

다음 <Table 4>는 서버를 두 개로 증량하였을 때의 대기행렬 성능이다. 서버가 하나일 때와 정량적인 비교를 통해 성과의 개선을 확인하였다.

Table 4. Utilization rate of the store with two servers

Sequence Server	Average number of customers (L)	Average wait length (L_q)	Latency in the system (W)	Wait time in queue (W_q)	Server utilization rate (ρ)
1	N/A	N/A	N/A	N/A	1.14
2	10.11	9.20	0.46	0.42	0.91
3	N/A	N/A	N/A	N/A	1.11
4	19	18.05	0.83	0.79	0.95
5	N/A	N/A	N/A	N/A	1.10
6	3.55	2.77	0.19	0.15	0.78
7	0.59	0.22	0.07	0.02	0.37
8	N/A	N/A	N/A	N/A	1.15
9	4.26	3.45	0.22	0.18	0.81
10	0.43	0.13	0.06	0.02	0.30
11	0.25	0.05	0.05	0.05	0.20
12	0.64	0.25	0.07	0.03	0.39

서버를 두 개로 증량하여 대기행렬 성능을 분석한 결과 전체 매장 이용률의 평균이 0.77로 감소하였다. 그러나 여전히 1, 3, 5, 8 매장 이용률의 평균은 1.13으로 $p \leq 1$ 을 충족하지 못하여 대기행렬의 성능을 도출할 수 없다.

기존에 하나의 서버로 운영하는 승차 구매점의 매장을 두 개의 서버로 증량하였지만 $p \leq 1$ 을 충족하지 못하는 네 개의 매장이 발생했다. 이에 본 연구에서는 고객에게 서비스 규칙을 부여하여 서비스율 개선을 통한 대기열 문제를 해결하고자 한다.

4.2 DT와 DT Pass 구분에 따른 성능 분석

서비스율의 증가는 인력 총원 또는 직원의 업무능력 향상 등을 통한 방법이 있다. 그러나 본 연구는 대기행렬을 사용하여 매장이 서비스할 수 있는 차의 대수를 정량화했다. 따라서 서비스하는 고객에게 규칙을 부여하거나 서버를 증량하는 방법으로 대기열을 감소시켰다.

DT Pass의 경우 S사 전용 애플리케이션을 통해 선 주문을 한 후 수령을 위해 매장에 도착한다. DT Pass 고객은 매장에서 따로 주문하는 시간을 쓰지 않아도 된다.

따라서 수령만 하는 DT Pass의 경우 평균 대기시간이 낮기에 서비스율을 늘릴 수 있다.

DT Pass의 수령 시간은 평균 1분이다. 이에 따라 DT Pass는 한 시간에 서비스할 수 있는 고객의 수가 60대이다. DT의 서버와 DT Pass의 서버를 구분하여 규칙을 정하는 경우 각각 다른 서비스율로 서비스를 받을 수 있다. DT 서버의 서비스율은 24이다. 그러나 DT Pass의 서비스율은 60이다. DT Pass를 이용하는 고객은 기존 하나의 서버일 때 DT를 이용하는 고객이 주문하는 시간을 더 이상 기다리지 않아도 된다. 다음의 <Table 5>는 DT와 DT Pass를 구분하여 대기행렬을 통해 성과 지표를 분석하여 얻은 결과이다.

Table 5. Utilization rate of the store when DT and DT Pass are separated

Sequence Server	Average number of customers (L)	Average wait length (L_q)	Latency in the system (W)	Wait time in queue (W_q)	Server utilization rate (ρ)	
1	DT	N/A	N/A	N/A	N/A	1.25
	DP PASS	0.67	0.27	0.07	0.03	0.40
2	DT	24	23.04	1.04	1	0.96
	DP PASS	0.54	0.19	0.06	0.02	0.35
3	DT	N/A	N/A	N/A	N/A	1.17
	DP PASS	0.72	0.30	0.07	0.03	0.42
4	DT	N/A	N/A	N/A	N/A	1.03
	DP PASS	0.52	0.18	0.06	0.02	0.34
5	DT	N/A	N/A	N/A	N/A	1.25
	DP PASS	0.61	0.23	0.07	0.03	0.38
6	DT	11.5	10.58	0.52	0.48	0.92
	DP PASS	0.35	0.09	0.06	0.01	0.26
7	DT	1.33	0.76	0.10	0.06	0.57
	DP PASS	0.08	0.01	0.04	0.00	0.07
8	DT	N/A	N/A	N/A	N/A	1.49
	DP PASS	0.49	0.16	0.06	0.02	0.33
9	DT	5.67	4.82	0.28	0.24	0.85
	DP PASS	0.45	0.14	0.06	0.02	0.31
10	DT	0.54	0.19	0.06	0.02	0.35
	DP PASS	0.11	0.01	0.05	0.00	0.10
11	DT	0.32	0.08	0.05	0.01	0.24
	DP PASS	0.08	0.01	0.04	0.00	0.07
12	DT	1.17	0.63	0.09	0.05	0.54
	DP PASS	0.11	0.01	0.05	0.00	0.10

DT와 DT Pass를 분리하였을 때의 성능은 서버가 두 개일 때의 성능보다 개선된 것을 확인할 수 있다.

그러나 서버가 두 개일 때와 마찬가지로 바쁜 네 개의 매장은 여전히 $p \leq 1$ 을 충족하지 못하여 대기행렬의 성과 지표를 도출할 수 없다.

서버가 하나일 경우 서버의 이용률은 평균 1.54이다. 서버를 두 개로 증량하여 대기행렬 성과 지표를 분석한 결과 서버의 이용률은 평균 0.77이다. 그러나 <Table 5>에서 알 수 있듯이 1, 3, 5, 8 매장의 평균 이용률은 1.13으로 $p \leq 1$ 을 충족하지 못하여 대기열이 발생한다. 따라서 매장의 성능을 개선하여 대기열을 줄이기 위해 서버를 두 개로 증량하고 DT와 DT Pass를 각각 나누었다.

성과 지표 분석 결과 전체 매장의 DT 고객의 이용률은 0.89이고, DT Pass 고객의 이용률은 0.26이다. DT와 DT Pass를 구분하지 않고 서버를 두 개로 증량하였을 경우 두 개의 줄 모두에 이용률이 0.77로 서버의 이용률이 높았던 반면 DT와 DT Pass를 구분하였을 경우 DT 매장의 이용률은 0.11 증가하였지만, DT Pass 서버의 이용률은 0.51 감소하였다. DT와 DT Pass의 이용률 평균은 0.58이다. 이는 서버가 두 개일 때의 이용률의 평균인 0.77보다 0.19 감소한 결과이다.

4.3 고객의 도착 조절에 따른 성능 개선

본 절에서는 고객의 도착에 따른 성능 개선을 확인하고자 한다. S사 직원들과의 인터뷰를 진행한 결과 DT의 이용보다 DT Pass의 이용을 권장하고 있었으며 DT의 이용보다 DT Pass의 이용률을 늘릴 전망이다. DT와 DT Pass를 구분하였을 때, 1, 3, 5, 8 매장의 DT 서버는 여전히 $p \leq 1$ 을 충족하지 못하여 대기열이 발생하였지만, DT Pass 서버의 경우 L값의 평균이 0.67로 매장이 구비하고 있는 차량의 대기 공간 일곱 대 보다 최소 여섯 대 차량의 대기 공간의 여유가 있다.

인터뷰 내용에 따라 DT Pass의 고객이 증가하여 DT를 이용하는 고객의 도착과 같아지는 경우를 설정하였다. 현재 S사의 DT:DT Pass 고객의 도착은 6:4로 DT를 이용하는 고객의 비율이 높다. 인터뷰에 내용에 따라 DT Pass의 이용이 늘어 고객의 도착이 5:5일 때의 성능을 추가로 분석하였다. 성능 분석을 통해 DT Pass 증가에 따른 최소 구비하여야 하는 차량의 대기 공간 대수를 산정할 수 있다. 서버의 수를 두 개로 증량한 후 DT와 DT Pass를 구분하였을 때 여전히 1, 3, 5, 8 매장은 $p \leq 1$ 을 충족하지 못하여 대기행렬의 성능을 도출할 수 없다. 이에 서버를 이용하는 고객의 도착을 조절하여 DT와 DT Pass의 고객이 5:5로 똑같이 도착한다는 가정하에 대기행렬 지표를 분석하였다.

Table 6. Performance indicators when DT and DT Pass customers arrive in the ratio of 5:5

Sequence Server	Average number of customers (L)	Average wait length (L_q)	Latency in the system (W)	Wait time in queue (W_q)	Server utilization rate (ρ)
1	DT	N/A	N/A	N/A	1.13
	DP PASS	0.82	0.37	0.03	0.01
2	DT	6.14	5.28	0.30	0.26
	DP PASS	0.52	0.18	0.03	0.01
3	DT	N/A	N/A	N/A	1.11
	DP PASS	0.79	0.35	0.03	0.01
4	DT	19	18.05	0.83	0.79
	DP PASS	0.61	0.23	0.03	0.01
5	DT	N/A	N/A	N/A	1.10
	DP PASS	0.79	0.35	0.03	0.01
6	DT	4	3.2	0.21	0.17
	DP PASS	0.47	0.15	0.02	0.01
7	DT	0.61	0.23	0.07	0.03
	DP PASS	0.18	0.03	0.02	0.00
8	DT	N/A	N/A	N/A	1.14
	DP PASS	0.85	0.39	0.03	0.01
9	DT	4.26	3.45	0.22	0.18
	DP PASS	0.47	0.15	0.02	0.01
10	DT	0.43	0.13	0.06	0.02
	DP PASS	0.14	0.02	0.02	0.00
11	DT	0.25	0.05	0.05	0.01
	DP PASS	0.09	0.01	0.02	0.00
12	DT	0.64	0.25	0.07	0.03
	DP PASS	0.19	0.03	0.02	0.00

고객의 도착을 5:5로 가정하여 대기행렬 성능을 분석하였지만, 여전히 1, 3, 5, 8 매장의 성과 지표를 도출할 수 없다. 이에 대기행렬의 성과 지표를 도출할 수 없어 서버를 정상적으로 운영할 수 없는 네 개 매장 고객의 비율을 4:6으로 가정하여 대기행렬의 성과 지표를 구하였다. 결과는 다음 <Table 7>과 같다.

Table 7. Performance indicators when DT and DT Pass customers arrive in the ratio of 4:6

Sequence Server	Average number of customers (L)	Average wait length (L_q)	Latency in the system (W)	Wait time in queue (W_q)	Server utilization rate (ρ)
1	DT	10.11	9.20	0.46	0.42
	DP PASS	1.17	0.63	0.04	0.02
3	DT	8.09	7.2	0.38	0.34
	DP PASS	1.13	0.60	0.04	0.02
5	DT	7.33	6.45	0.35	0.31
	DP PASS	1.13	0.60	0.04	0.02
8	DT	11.5	10.58	0.52	0.48
	DP PASS	1.22	0.67	0.04	0.02

고객의 도착을 4:6으로 조절하였을 때 $p \leq 1$ 을 충족하지 못한 네 개의 매장에서 모두 $p \leq 1$ 을 충족하는 결과를 도출하였다. 이는 DT Pass를 이용하는 고객이 DT를 찾는 고객보다 많아지면 대기열이 생기지 않는다는 것을 증명한다. DT와 DT Pass를 구분하면 DT의 이용률은 0.89로 높았던 반면 DT

Pass의 이용률은 0.26으로 DT Pass를 이용하는 고객은 대기열이 발생하지 않는 서버를 이용할 수 있다. 이는 DT를 이용하는 고객이 과도한 대기열을 피해 DT Pass로 유입되게 유도할 수 있다. S사의 DT Pass 이용자를 늘리기 위한 적절한 제도와 홍보를 통해 DT와 DT Pass를 이용하는 고객의 비율을 4:6으로 유지한다면 모든 매장의 서버가 $p \leq 1$ 을 충족한다. 또한, DT Pass를 이용하는 고객의 비율이 증가하면 대기행렬의 성과 지표는 더욱 개선될 수 있다.

서버가 두 개였을 경우 바쁜 매장에서 $p \leq 1$ 을 충족하지 못하여 L값을 도출할 수 없다. L값은 매장을 계획할 때 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간을 구비하여 대기열이 매장 밖으로 발생하여 주변 도로에 교통체증을 유발하지 않도록 계획하는 것이 중요하다. DT와 DT Pass 고객의 비율을 4:6으로 설정하였을 때 바쁜 네 개의 매장의 L값은 9.26의 결과를 도출하였다. 현재 DT 매장의 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간은 평균 일곱 대이다. 바쁜 네 개의 매장에서는 2.26대의 고객이 매장 밖에서 대기한다.

이에 바쁜 DT 매장의 차량 대기 공간을 최소 세 대 이상 추가로 구비하여야 하는 결과를 도출하였다. 전체 열두 개의 매장 중 가장 바쁜 매장인 8 매장의 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간은 총 일곱 대이다. 그러나 대기행렬 성과 지표 분석 결과 8 매장의 L값은 11.5이다. 이는 추가로 매장의 차량 대기 공간이 다섯 대 필요하다는 결과를 도출할 수 있다. 다음 (Fig. 4)는 바쁜 네 개의 매장이 구비하고 있는 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간의 대수와 DT와 DT Pass 고객의 비율을 4:6으로 가정하였을 때 L값의 비교 분석 그래프이다.

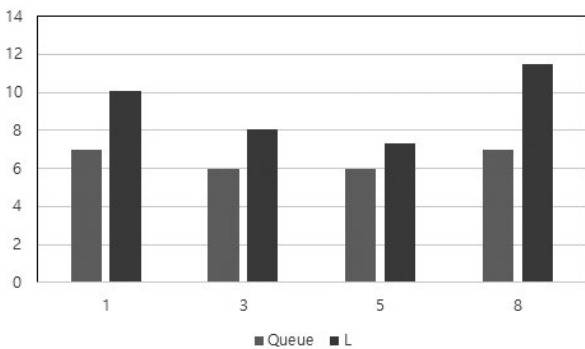


Fig. 4. Graph comparing busy store queue algebra with L value

분석 결과 바쁜 매장의 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간의 대수가 DT와 DT Pass의 고객을 4:6으로 가정하여 얻은 대기행렬 결과 지표에서 도출한 L값 보다 전체적으로 낮다는 결과를 도출하였다. 기존에 서버를 증량하였을 때와 DT와 DT Pass를 구분하였을 때는 $p \leq 1$ 을 충족하지 못하여 분석할 수 없었지만, DT와 DT Pass를 구분하고 고객의

비율을 4:6으로 가정하여 대기행렬의 성과를 분석할 수 있었다. 바쁘지 않은 매장에서는 구비하고 있는 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간의 대수가 L값 보다 크기 때문에 승차 구매점 매장 내에서 고객을 수용할 수 있다. 그러나 1, 3, 5, 8 매장의 경우 구비하고 있는 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간의 대수보다 L값이 크기 때문에 추가적인 차량의 대기 공간의 구비가 필요하다.

5. 결론

본 연구는 S사의 승차 구매점을 중심으로 진행하였다. S사는 현재 과도한 대기열로 인한 민원과 교통체증이 발생하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해 고객의 도착률과 서버의 서비스율을 사용하여 대기행렬 성능을 도출하였다. 열두 개의 매장 중 이용률이 과다하여 대기가 생기는 여섯 개의 매장과 여유로운 여섯 개의 매장을 구분하였다. 이용률이 과다하여 민원이 많이 발생하는 매장을 분석한 결과 성능을 도출하지 못하였다. 대기행렬 모델은 서버가 $p \leq 1$ 을 충족해야만 성능을 도출할 수 있다. 서버가 $p \leq 1$ 을 충족하지 못한 이유는 서버가 최대로 서비스할 수 있는 서비스율보다 서버에 도착하는 고객의 도착률이 높았기 때문이다.

여유로운 매장 중 7, 10, 11, 12 매장은 현재의 상태인 하나의 서버를 유지하여도 서비스율이 고객의 도착률보다 높기 때문에 대기열이 발생하지 않았다. 그러나 나머지 여덟 개의 매장은 서버가 하나일 때의 분석이 불가능하였다.

이에 서버를 두 개로 증량하여 연구를 진행하였다. 서버가 두 개일 때 대부분의 매장에서 성과 개선을 보였지만 여전히 1, 3, 5, 8 등의 매장에서는 $p \leq 1$ 을 충족하지 못하여 성능을 도출하지 못하였다.

이에 주문 구역과 수령 구역으로 이루어진 매장을 두 개의 서버로 증량하고, DT와 DT Pass를 구분하여 성과를 도출하였다. DT 매장은 이용률이 0.77에서 0.89로 증가하였지만, DT Pass 매장의 이용률이 0.77에서 0.26으로 0.51 감소하였다. DT와 DT Pass를 구분하였을 때 DT Pass의 모든 매장의 이용률은 $p \leq 1$ 을 충족하였다. 그러나 DT 매장의 경우 여전히 1, 3, 5, 8의 매장에서 $p \leq 1$ 을 충족하지 못하여 L값을 도출하지 못하였다.

이에 고객의 도착을 조절하여 성능의 개선을 확인하였다. 현재 DT와 DT Pass 고객의 비율은 6:4이다. S사 직원의 인터뷰에 따르면 S사 매장은 향후 DT의 고객보다 DT Pass의 이용을 권장하여 고객을 늘릴 전망이다. 이에 DT와 DT Pass 고객의 비율을 5:5일 때와 4:6일 때로 가정하여 대기행렬 성과를 도출하였다.

분석 결과 모든 매장에서 DT의 이용률이 $p \leq 1$ 을 충족하여

대기행렬 성능을 도출할 수 있다. 바쁜 네 개의 매장의 L값은 9.26이다. 이는 현재 S사에서 평균적으로 구비하고 있는 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간의 대수 일곱 대보다 최소 세 대 더 필요하다. 가장 바쁜 8 매장의 L값은 11.5로 추가로 다섯 대의 차량의 대기 공간이 필요하다.

본 연구의 목적은 승차 구매점에 생기는 긴 대기열로 인해 과도한 민원, 교통체증 등의 문제 해결이다. 대기행렬 모형을 사용하여 바쁜 네 개 매장의 L값을 도출하였다. 이를 통해 추가로 구비해야 하는 차량의 대기 공간의 대수를 정량적으로 산정하였다. 향후 DT Pass의 사용자가 늘어남에 따라 성과는 더욱 개선될 수 있다. DT와 DT Pass를 구분하면 DT Pass를 이용하는 고객이 DT를 이용하는 고객을 기다리지 않아도 된다. 이는 기존에 DT를 이용하는 고객들이 대기열이 생기지 않는 DT Pass로 넘어올 수 있게 유도하여 대기열이 더 줄 수 있는 효과를 기대할 수 있다. 결과적으로 현재 S사 승차 구매점 내 차량의 대기 공간을 세 대 더 구비하여야 하며 바쁜 네 개의 매장은 최소 다섯 대의 차량의 대기 공간을 구비하여야 매장 밖으로 생기는 대기열을 방지할 수 있다.

본 연구의 한계는 승차 구매점 매장의 서버를 증량하였을 때와 DT와 DT Pass를 구분하였을 때의 공사비용과 인건비를 정량적으로 비교하지 못하여 새로운 매장의 계획 단계에서 참고할 수 있는 자료가 부족한 점이다. 또한, 고객의 도착을 조절하여도 DT를 이용하는 고객이 DT Pass로 유입되지 않아 매장의 이용률이 개선되지 않는다면 서버를 세 개로 증량하는 경우도 고려해야 한다.

References

- Alnowibet, K.A., Khireldin, A., Abdelawwad, M., and Mohamed, A.W. (2022). "Airport terminal building capacity evaluation using queuing system." *Journal of Alexandria Engineering*, 61(12), pp. 10109-10118.
- Anvuur, A.M., and Kumaraswamy, M.M. (2016). "Effects of teamwork climate on cooperation in crossfunctional temporary multi-organization workgroups." *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(1), 04015054.
- Ballesteros-Pérez, P., Phua, F.T.T., and Mora-Melià, D. (2019). "Human resource allocation to multiple projects based on members' expertise, group heterogeneity and social cohesion." *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(2).
- Brammer, S., Branicki, L., and Linnenluecke, M.K. (2020). "COVID-19, societalization, and the future of business in society." *Academy of Management Perspectives*, 34(4), pp. 493-507.
- Cheon, S.H., and Lee, Y.I., (2006). "A Study on the Estimation of the Pedestrian Environment at the Access within the Median Bus Station Using Queueing Theory." *Journal of the Korean Society of Transportation*, 53, pp. 721-729.
- Choi, Y.W., and Cho, H.S. (2014). "A Study on the Reduction of Traffic Induced Contributions through installing a Parking Guidance System." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 34(1), 235-241.
- Dabirian, S., Abbaspour, S., Khanzadi, M., and Ahmadi, M. (2022). "Dynamic modelling of human resource allocation in construction projects." *International Journal of Construction Management*, 22(2), pp. 182-191.
- Deng, K., Chen, W., Mehta, P.G., and Meyn, S.P. (2008). "Resource pooling for optimal evacuation of a large building." In *2008 47th IEEE Conference on Decision and Control*, IEEE, pp. 5565-5570.
- Dewandaru, I.B., Aditya, D., Zaman, A.N., and Lestari, F. (2021). Analysis of Waiting Time and Worker Utilization on A Gas Station in Indonesia.
- Frederick, H., and Mark, H. (2010). Introduction to Management Science, A Modeling and Case Studies with Spreadsheets.
- Gautam, N. (2012). "Analysis of queues." CRC Press, LLC, Boca Raton, Florida, United States, 10, 2222496.
- Ham, N.H., Moon, S.K., Kim, J.H., and Kim, J.J. (2020). "Optimal BIM staffing in construction projects using a queueing model." *Automation in Construction*, 113, 103123.
- Ham, N.H., Yuh, O.K., and Ji, K.H. (2018). "Empirical Evaluation of BIM Coordinator Performance using Queuing Model in Construction Phase." *Journal of KIBIM*, 8(3), PP. 31-42
- Han, M.G. (2001). "A Simulation for Optimum Working Process System at Bank Windows," *Journal of Korea Spatial Informantion Society*, Masters Thesis, Chonnam National University, pp. 1-48.
- Hou, J., and Zhao, X. (2020). "Using a priority queuing approach to improve emergency department performance." *Journal of Management Analytics*, 7(1), pp. 28-43.
- Huh, S.H., Shim, J.H., Ham, N.H., and Kim, J.J., (2021). "BIM-based Design Verification Performance Analysis with Priority Rules Applied." *Journal of KIBIM*, 11, pp. 1-11.
- Hou, J., and Zhao, X. (2020). "Using a priority queuing approach to improve emergency department performance." *Journal of Management Analytics*, 7(1), pp. 28-43.
- Ibanez, M.R., Clark, J.R., Huckman, R.S., and Staats, B.R. (2018). "Discretionary task ordering: Queue management in radiological services." *Management Science*, 64(9), pp. 4389-4407.

- Jagannathan, K., Modiano, E., and Zheng, L. (2008). Effective resource allocation in a queue: How much control is necessary?. In *2008 46th Annual Allerton Conference on Communication Control and Computing*, IEEE, pp. 508-515.
- Jang, M.H., and Cha, H.S., (2005). "A Method of Resource Leveling by Scheduling Resource Delivery and Use." *Journal of the Proceedings of the Korean Institute of Building Construction Conference*, pp. 83-90.
- Jeong, C.U., Moon, Y.J., and Hwang, Y.H. (2021). "Analysis for daily food delivery and consumption trends in the Post-Covid-19 era through big data." *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, 26(1), pp. 231-238.
- Kim, H.J., Yoo, M.Y., Kim, J.J., and Choi, C.S. (2017). "Performance Analysis of BIM Labor using Case Analysis." *Journal of KIBIM*, 7(3), pp. 31-39.
- Kim, J.W., Ham, N.H, and Kim, J.J. (2021). "Quantitative Analysis of Waiting Length and Waiting Time for Frame Construction Work Activities Using a Queue Model; Focusing on Korean Apartment Construction." *Sustainability*, 13(7), p. 3778.
- Kim, W.G., Ham, N.H., and Kim, J.J. (2021). "Enhanced Subcontractors Allocation for Apartment Construction Project Applying Conceptual 4D Digital Twin Framework." *Sustainability*, 13(21), p. 11784.
- Kim, S.T. (2021). "A Study on Optimizing the Space Planning of a Health Examination Center using Resources and Queue Management Simulation Technology." *Journal of the Korean Institute of Spatial Design*, 16(5), pp. 381-394.
- Korea Consumer Agency, (2016). "Drive-Thru Safety Survey" pp. 1-33.
- Lee, H.J., Kim, D.W., Cho, H.H., and Kang, K.I. (2008). "Development of the model using queueing theory for lifting planning in tall buildings." *Proceedings of KICEM Annual Conference*, KICEM, 8, pp. 628-633.
- Lim, M.R., and Ryu, G.H. (2022). "Expansion of coffee shop untact service and research on delivery service- Focusing on coffee delivery keywords that utilize big data." *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, 8(3), pp. 183-189.
- Nair, R.K., Sinha, R., Crasto, S.G., Kian, K.W., Kee, D.M. H., Abdullah, S.A.B., and Ganatra, V. (2021). "The effect of Starbucks marketing campaigns on consumer buying behaviour." *Asia Pacific Journal of Management and Education (APJME)*, 4(1), pp. 72-81.
- Nijkamp, P., and Kourtit, K. (2022). "Place-Specific Corona Dashboards for Health Policy: Design and Application of a 'Dutchboard'." *Sustainability*, 14(2), p. 836.
- Oh, C.H., and Kim, D.S. (2020). "A Study on the Consumer Awareness of the Drive-Thru in Coffee Shop." *The Journal of the Korea Contents Association*, 20(9), pp. 380-388.
- SON, S.H., and KO, D.S. (2022). "Improvement on Policy of Traffic Generation Charge." *Korean Society of Transportation*, 19(3), pp. 6-11.
- Ting, N.R., Sufahani, S.F., and Fahmy-Abdullah, M. (2022). "Enhancing the Queuing Management System in Malaysian Public Hospital." In *Proceedings of the Third International Conference on Trends in Computational and Cognitive Engineering*, Springer, Singapore, pp. 329-339.
- Urban Traffic Improvement Promotion Act (2021). Article 1.
- Wee, K.S., Noh, S.H., Ham, N.H., and Kim, J.J. (2021). "A study on the Improvement of the Large-scale Apartment Foundation Concrete Pouring Work in South Korea Resource Management using the Queing Model." *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 37(9), pp. 227-235.
- Weiss, E.N., and Tucker, C. (2018). "Queue management: Elimination, expectation, and enhancement." *Business Horizons*, 61(5), pp. 671-678.
- Whitenack, L., and Mahabir, R. (2022). "A tool for optimizing the efficiency of drive-thru services." In *2022 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*, IEEE, pp. 151-156.
- Wibowo, D.R., Hergiyani, S., Zaman, A.N., and Lestari, F., (2021). Simulation Analysis of Cashier Service Queue System at a Supermarket.
- Zhang, X., and Ahmed, R.R. (2022). "A queuing system for inert construction waste management on a reverse logistics network." *Automation in Construction*, 137, p. 104221.
- Zhong, Y., Chen, Z., Zhou, Z., and Hu, H. (2018). "Uncertainty analysis and resource allocation in construction project management." *Engineering Management Journal*, 30(4), pp. 293-305.

요약 : 승차 구매점을 찾는 고객의 긴 대기열로 인해 과도한 민원과 교통체증이 발생하였다. S사는 대기열을 줄이기 위해 DT Pass를 권장하고 있다. 이에 본 연구는 대기행렬 모형을 사용하여 하나의 서버로 운영하고 있는 매장을 두 개의 서버로 증량한 후, DT와 DT Pass로 구분하여 성능 개선을 확인하였다. 그 후, 대기행렬 모형을 통해 도출한 L값과 각 매장이 구비하고 있는 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간의 대수를 비교하여 추가로 구비해야 할 차량의 대기 공간의 대수를 산정하였다. 이를 통해 본 연구에서 도출된 결과를 바탕으로 향후 생길 매장의 매장 내 머무를 수 있는 차량의 대기 공간의 대수를 산정하는데 타당성을 검증한다.

키워드 : 승차 구매점, 자원 분배, 대기행렬, 서버 증량, 고객 도착 조절
