

사용자 잠재선호특성을 고려한 스마트 주차서비스 설계요건 연구

장정아* · 이현미** · 이원우*** · 김현미**** · 김태형*****

A Study on Design Requirements for Smart Parking Services Considering User'S Stated Preferences

Jeong-Ah Jang* · Hyun-Mi Lee** · Won-Woo Lee*** · Hyeon-Mi Kim**** · Tae-Hyung Kim*****

요 약

본 연구는 주차장 검색 및 사전예약서비스가 가능한 스마트 주차서비스에 대한 것으로, 요금(예약요금, 위약금) 등과 관련된 사용자의 선호선택 모형에 관한 연구이다. 스마트 주차서비스에 대한 응답설문을 구성하여 로짓 모형형태의 사용자 선호도 모형을 두 가지를 구축하였다. 첫 번째는 스마트주차장을 선택하는 모형으로 이용요금과 비용과의 관계에서 일반 주차장보다 선택확률이 높아지는 상황을 제시하였다. 두 번째는 주차권 예약할인 선택모형으로 예약금액과 위약금과의 관계 모형을 통하여 스마트주차서비스 선택확률을 분석하였다. 사용자의 선호도를 고려한 정교하고 다양한 형태의 스마트 주차서비스가 가능한 설계 요구사항으로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

ABSTRACT

This study suggests the user's needs for a smart parking service that enables parking lot search and advance reservation service, and is a study on the user's preference selection model related to fees (reservation fee, penalty fee), etc. Two types of user preference models in the form of logit models were constructed by composing a response questionnaire for smart parking service. The first is a model for selecting a smart parking lot, which suggests a situation in which the probability of selection is higher than that of a general parking lot in the relationship between usage fee and cost. The second is a parking ticket reservation discount selection model, and the smart parking service selection probability was analyzed through the relationship model between the reservation amount and the penalty. It can be used as a design requirement that enables sophisticated and various types of smart parking service considering users' preferences.

키워드

Smart Parking, Reservation, Fare, Stated Preference, Service Design

* 아주대학교 교통시스템공학과 연구교수(azang@ajou.ac.kr)

** 교신저자: 아주대학교 교통시스템공학과 박사과정

*** 도로교통연구원 ICT융합연구실 이원우(wonwoo.lee@ex.co.kr)

**** 한국항공대학교 항공교통물류학부 조교수 김현미(hmkim@kau.ac.kr)

***** 한국교통연구원 스마트시티 교통연구팀장 김태형(thkim@koti.re.kr)

• 접수일 : 2021. 09. 13

• 수정완료일 : 2021. 10. 30

• 게재확정일 : 2021. 12. 17

• Received : Sep. 13, 2021, Revised : Oct. 30, 2021, Accepted : Dec. 17, 2021

• Corresponding Author : Hyunmi Lee

Dept. of Transportation Eng./College of Engineering., Ajou University,

Email : hm0625@ajou.ac.kr

I. 서 론

스마트 주차는 운전자가 안전하게 주차할 수 있도록 지원하는 지능형 주차 시스템이다. 스마트 주차 솔루션은 스마트시티를 비롯하여 도심에서 요구하는 핵심 서비스이다. 현재까지의 스마트 주차 관련 서비스는 (1) 주차정보제공서비스 (2) 주차장내 안내서비스 (3) 주차장 검색 및 주차가능정보 제공 서비스 (4) 주차장 예측서비스 (5) 주차장 정책 및 사전예약 서비스 등으로 사용자에게 제공하는 수준에 따라 다르게 구현이 가능하다. 스마트주차 서비스에서는 저비용의 센서, 실시간 데이터수집, 스마트폰 예약 및 지불시스템, 현장에서의 주차안내표시기 등 다양한 형태의 기술로 구현이 가능하다.

본 연구는 이중에서 주차장 검색 및 사전예약서비스가 가능한 스마트 주차서비스를 대상으로 사용자의 니즈를 제시하고, 요금(예약요금, 위약금) 등과 관련된 사용자의 선호선택 모형을 연구하였다.

통상적으로 사용자 측면에서는 사전예약한 사용자는 시간과 공간을 주차면에 대하여 먼저 선점하고 보단 싼 예약요금을 가진다면 스마트 주차서비스를 사용할 의사가 높아질 것이다. 이에 비해 운영자 측면에서는 사용자가 주차면을 예약한 뒤 해당시간에 사용하지 않으면 위약금을 지불될 수 있도록 하여 운영자 수익을 효율적으로 추구할 수 있다. 이러한 사용자와 운영자의 비용에 대한 부문에 대하여 스마트 주차서비스에 반영할 경우에 대하여 본 연구는 검토한다. 서비스를 보다 사려 깊게 설계함으로써 스마트 주차 서비스의 활성화를 기대한다.

II. 본 론

2.1 도심에서의 주차 서비스

도시 지역의 주차와 관련된 부정적인 영향 중 하나는 순환 교통의 존재이다. 즉, 운전자는 빈 주차 공간을 찾는 동안 운전을 해야 하고 이것은 도시 네트워크의 추가적인 혼잡으로 연결된다. 특히 낮 동안 교통량의 50%가 주차를 위한 이동과 관련이 있다는 연구결과가 나타났다[1, 2, 3]. 이러한 주차문제는 분명히 혼잡, 이동 시간, 배출량 및 교통 안전에 관한 문제에 기

여한다는 것을 의미한다[3]. 이러한 문제는 주차 정책 (예: 가격 정책 및/또는 주차 허가)과 주차 안내 및 정보 및 주차 예약 시스템을 사용하여 해결할 수 있다.

평균적으로, 주차 구역에 대한 토지 이용률은 샌프란시스코와 같은 대도시에서 31%로 나타났으며, 더 나아가 로스앤젤레스는 81%, 멜버른은 76%로 분석되었다. 반면 뉴욕(18%), 런던(16%), 도쿄(7%)는 낮은 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 로스앤젤레스의 이러한 매우 높은 주차 커버리지 밀도는 도시 재개발에 대한 제약이 될 수 있으며, 대중교통의 감소뿐만 아니라 차량의 증가로 이어질 수 있다. 따라서 불필요한 주차 구역의 제거는 더 나은 도시 계획을 만들기 위한 자치단체의 첫 번째 과제이다. 기존 주차 검색을 이해하고 개선하면 이러한 목표를 달성하는 데 도움이 될 수 있다.

데이터를 수집하고 분석함으로써, 도시는 주차와 같은 프로세스를 최적화 할 수 있는 방법을 찾을 수 있다. 스마트파킹을 활용한 결과 주차장 이용자는 최대한 효율적으로 빈 주차면을 찾을 수 있고, 기업이나 자치단체는 주차구역을 최적화할 수 있다. 이것은 도시를 더 살기 좋고, 더 안전하고, 덜 혼잡하게 만든다. 또한 이용자 측면에서는 스마트 주차 시스템을 사용하면 빈 주차 장소를 찾을 수 있기 때문에 운전자가 많은 시간을 절약이 가능하다[4]. 주차장을 찾는 동안 소요되는 시간이 최소화되며 탐색시간 없이 원하는 주차 장소를 찾을 수 있다.

2.2 사용자 잠재선호 조사

주차 위치 선택에 대한 초기 연구는 운전자의 주차 결정을 위한 결정적 요인을 식별하는 것을 목표로 했다[5, 6, 7, 8, 9, 10]. 다른 연구에서는 여행 목적[11, 12, 13, 14, 15]과 같은 관련 여행 결정과 함께 주차 위치 선택을 조사하였다. 일반적으로, 이러한 요인의 영향은 이산 선택 모델의 추정을 통해 연구되며, 여기서 이러한 모델은 명시된 선호 실험에 기초한다. 일반적으로, 이러한 요인의 영향은 이산 선택 모델의 추정을 통해 연구되며, 여기서 이러한 모델은 명시된 선호 실험에 기초한다. 현재 재고되는 속성은 주차비용, 목적지까지의 도로거리, 접근시간, 예상 검색시간 또는 주차지점의 대기시간, 그리고 도수가 낮은 운전자 연령, 주차시설 종류, 주차기간 등이다. 주차정보, 안내,

예약시스템 설계 및 평가와 관련해 특히 관심 있는 것은 빈 주차장을 찾는 불확실성에 따라 운전자의 주차위치 선택이 어떻게 영향을 받는가 하는 점등을 고려하였다.

잠재선호(SP, Stated Preference) 조사를 가상의 상황을 제시하고 이에 대한 개인의 의사결정을 유도함으로써 심리적으로 내재되어 있는 개인의 선호, 의식, 의향 등을 조사하는 기법으로 이때의 가상적인 상황은 그 대안을 대표하는 설명변수 즉, 서비스나 특성으로 표현된다. SP조사는 1980년 대 중반 이후부터 도시, 환경, 교통 분야 등에 본격적으로 적용되어 왔으며, 새로운 교통수단 및 상품의 수요 추정이나 현실에서는 실제로 거래가 되지 않는 비시장재의 가치 추정에 활용되고 있다.

본 연구는 이러한 이용자의 선택속성에 대하여 잠재선호 조사기법을 도입하여 스마트 주차서비스의 설계 요건에 대하여 분석한다.

2.3 효율적인 가격 정책

문헌의 많은 연구는 효율적인 가격 정책[5, 16, 17, 18, 19]을 설계에 관한 연구가 이루어져 왔다. 이와 관련하여, 운전자들에게 빈 주차장을 안내하고 운전자들이 주차장을 예약할 수 있는 지능형 교통 시스템(ITS)은 좋은 전망을 보인다[20].

III. 스마트 주차 서비스 설계

3.1 스마트 주차 서비스 정의

본 연구의 스마트주차 서비스는 운전자가 주차장 세부 정보 파악 후 실시간 또는 사전예약을 통하여 서비스 주차장 예약, 이용 후 자동결제를 제공하는 서비스이다. 운영방식의 요건은 다음과 같다.

- 시스템 구성: 사업자가 도입하고자 하는 제휴 주차장에 대해 서비스 도입에 필요한 시설물 및 시스템 구성
- 주차장 이용: 이용자는 전용 앱을 통해 목적지 근처 주차장 정보를 확인하고, 제휴 주차장 존재 시 주차면 예약 및 이용, 출차 시 자동 결제 수행, 이때 사전예약 요금은 보다 싸게 제공할 수 있음, 운영자는 사전예약제의 예약취소로 인한

위약금제도를 운영하여 비용 효율적 수단을 가질 수 있음

- 타 서비스 연계: 제휴 주차장 내 차량 공유서비스 제공 시 공유 차량 주차면 정보 제공

스마트 주차서비스 도입 시 차량 출차여부 파악, 주차면 점유여부 등의 정보제공이 필요하므로 IoT 장비 및 관제 시스템 등 부가적인 시설물 설치가 필요하다.

3.2 이용자 설문 의 구성

본 연구에서는 주차서비스 이용자를 대상으로 스마트 주차서비스에 대하여 가상체험을 하고 응답할 수 있도록 설문을 구성하였다. 가상체험을 위한 이용자 상황에 맞는 통행 시나리오를 생성하고 페르소나(나이, 통행목적 상이)를 제시하였으며, 설문에 참여한 인원은 총 43명이다. 스마트주차 서비스의 도입으로 인한 통행변화 특성에 대한 응답을 유도하기 위해, 매일 발생하는 출·퇴근, 등·하교 등의 통행목적은 설문에서 제외하였다.

- 응답인원: 43명
- 연령: 20대(8명, 18.6%), 30-40대(24명, 55.8%), 50대 이상(11명, 25.6%)
- 통행목적: 쇼핑(35명, 81.4%), 여가(8명, 18.6%)

3.3 스마트주차 서비스 설문

다음과 같이 주차장선택에 대한 조건이 주어졌을 때의 시나리오를 제시하여 주차장 이용의사와 주차장 예약의사에 대한 설문을 통해 잠재선호 특성을 조사하였다.

최초 30분 주차 상황에서의 주차소요시간(분), 도보 접근시간(분), 그리고 주차장 이용요금에 대한 주차장 이용의사를 조사하였다. 주차소요시간은 주차를 위해 소요되는 전체 시간을 의미하여 주차순항시간(Cruising time)을 포함한다. 도보접근시간은 주차장에서 최종 목적지까지 도보로 소요되는 시간을 의미한다. 이를 위하여 그림 1과 같이 최초 30분 주차 상황이라고 가정한 후, 스마트 주차장 이용의사에 대한 14개의 설문을 설계하였다.

스마트 주차장을 이용하기 위하여 사전예약을 할 경우 할인을 제공하고, 예약 후 이용하지 않을 경우 또는 취소할 경우 위약금 지불에 따른 주차장 이용의사를 조사하였다. 이를 위하여 그림 2와 같이 1시간

예약 시 할인된 주차이용요금과 취소 시 발생하는 위약금에 따른 주차장 이용의사에 대한 9개의 설문은 설계하였다.

#1				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	15	25	1500	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	10	10	3500	<input type="checkbox"/>

#2				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	5	20	2000	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	2	10	4000	<input type="checkbox"/>

#3				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	10	20	1500	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	6	5	2500	<input type="checkbox"/>

#4				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	5	20	1500	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	2	15	3500	<input type="checkbox"/>

#5				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	10	20	3000	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	2	5	3500	<input type="checkbox"/>

#6				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	10	25	2500	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	2	10	4000	<input type="checkbox"/>

#7				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	15	20	2000	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	2	5	3000	<input type="checkbox"/>

#8				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	10	15	2000	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	6	10	3500	<input type="checkbox"/>

#9				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	15	15	1500	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	6	5	4000	<input type="checkbox"/>

#10				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	10	20	1500	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	6	15	4000	<input type="checkbox"/>

#11				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	10	15	1500	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	6	10	3000	<input type="checkbox"/>

#12				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	5	15	1500	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	2	5	2000	<input type="checkbox"/>

#13				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	10	25	1500	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	2	5	2000	<input type="checkbox"/>

#14				
Alternatives	Cruising time to park(minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking fees (first 30 minutes)	<input type="checkbox"/>
Parking	5	15	1500	<input type="checkbox"/>
Smart Parking	2	10	3000	<input type="checkbox"/>

그림 1. 스마트주차 서비스 설문_주차장 이용의사
Fig. 1 Survey to use Smart Parking Service_Willingness to use

페르소나의 통행시나리오를 기반으로 스마트주차 서비스를 가상체험한 후 이용의사에 대한 설문한 결과, 전체 응답자 43명 중 약 74.5%가 스마트주차 서비스를 이용할 의향이 있다고 응답한 것으로 나타났다.

#1			
Alternatives	Parking fee for 1 hour	Cancellation charge	<input type="checkbox"/>
Parking fee for 1 hour	5000	0	<input type="checkbox"/>
Parking booking for 1 hour	4500(10% Discount)	1000(20% Charge)	<input type="checkbox"/>

#2			
Alternatives	Parking fee for 1 hour	Cancellation charge	<input type="checkbox"/>
Parking fee for 1 hour	5000	0	<input type="checkbox"/>
Parking booking for 1 hour	4500(10% Discount)	750(15% Charge)	<input type="checkbox"/>

#3			
Alternatives	Parking fee for 1 hour	Cancellation charge	<input type="checkbox"/>
Parking fee for 1 hour	5000	0	<input type="checkbox"/>
Parking booking for 1 hour	4500(10% Discount)	500(10% Charge)	<input type="checkbox"/>

#4			
Alternatives	Parking fee for 1 hour	Cancellation charge	<input type="checkbox"/>
Parking fee for 1 hour	5000	0	<input type="checkbox"/>
Parking booking for 1 hour	4250(15% Discount)	1000(20% Charge)	<input type="checkbox"/>

#5			
Alternatives	Parking fee for 1 hour	Cancellation charge	<input type="checkbox"/>
Parking fee for 1 hour	5000	0	<input type="checkbox"/>
Parking booking for 1 hour	4250(15% Discount)	750(15% Charge)	<input type="checkbox"/>

#6			
Alternatives	Parking fee for 1 hour	Cancellation charge	<input type="checkbox"/>
Parking fee for 1 hour	5000	0	<input type="checkbox"/>
Parking booking for 1 hour	4250(15% Discount)	500(10% Charge)	<input type="checkbox"/>

#7			
Alternatives	Parking fee for 1 hour	Cancellation charge	<input type="checkbox"/>
Parking fee for 1 hour	5000	0	<input type="checkbox"/>
Parking booking for 1 hour	4000(20% Discount)	1000(20% Charge)	<input type="checkbox"/>

#8			
Alternatives	Parking fee for 1 hour	Cancellation charge	<input type="checkbox"/>
Parking fee for 1 hour	5000	0	<input type="checkbox"/>
Parking booking for 1 hour	4000(20% Discount)	1000(20% Charge)	<input type="checkbox"/>

#9			
Alternatives	Parking fee for 1 hour	Cancellation charge	<input type="checkbox"/>
Parking fee for 1 hour	5000	0	<input type="checkbox"/>
Parking booking for 1 hour	4000(20% Discount)	500(10% Charge)	<input type="checkbox"/>

그림 2. 스마트주차 서비스 설문_주차장 예약의사
Fig. 2 Survey to use Smart Parking Service_Willingness to book

3.4 공간적 접근 선호도

스마트주차서비스를 이용할 경우 공간적 범위와 시간적 접근성에 대하여 조사한 결과는 그림3과 같으며, 목적지에서 평균 211m(표준편차 344m) 이내에 스마트 주차 서비스 이용이 가능하다면 이용하겠다고 응답하였다.

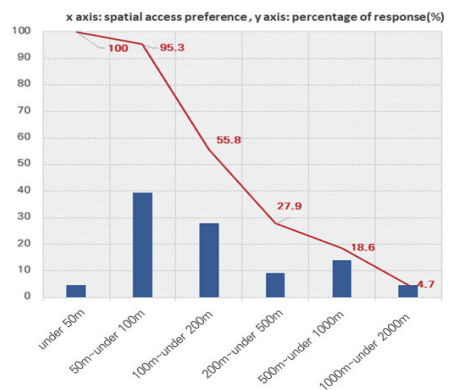


그림 3. 공간적 접근 선호도 분포
Fig. 3 Distribution of spatial access preference

주차장이 목적지로부터 '50m~100m미만' 거리에 스마트주차 서비스 이용이 가능할 때 이용할 것이라는 응답자가 각각 39.5%로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 '100m~200m미만'가 27.9% 순으로 나타났다. 주차장이 목적지로부터 '50m 미만' 거리에 스마트주차 서비스 이용이 가능할 때 응답자의 100.0%가 이용하겠다고 응답하였고, '50m~100m미만' 이라면 이용하겠다는 응답자는 95.3%, '100m~200m미만' 이라면 이용하겠다는 응답자는 55.8%, '200m~500m미만' 이라면 이용하겠다는 응답자는 27.9%, '500m~1000m미만'은 18.6%의 응답자가 스마트주차 서비스를 이용할 것이라고 나타났다.

표 1. 공간적 접근 거리에 따른 이용의사
Table 1. Preference distance to use Smart Parking Service_Willingness to book

Access distance to use smart parking service(m)	Number of responses		Cumulative Number of responses		100-A
	N	%	N	%(A)	
50m less than	2	4.7	2	4.7	100.0
50m~100m less than	17	39.5	19	44.2	95.3
100m~200m less than	12	27.9	31	72.1	55.8
200m~500m less than	4	9.3	35	81.4	27.9
500m~1000m less than	6	14.0	41	95.3	18.6
1000m~2000 less than	2	4.7	43	100.0	4.7
Total	43	100.0			

3.5. 스마트주차서비스 선택 모형

일반주차장과 스마트주차 중 어떤 주차장을 이용할 것인가에 대한 이상선택 로짓모형(Binary Logit Model)을 구축하였다. 스마트 주차 서비스의 효용식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

- $U(\text{일반주차장}) = 5.250 + (-0.055 \cdot \text{주차소요시간}) + (-0.19 \cdot \text{도보 접근시간}) + (-0.001 \cdot \text{주차장 이용요금})$
- $U(\text{스마트주차장}) = 5.250 + (-0.055 \cdot \text{주차 소요시간}) + (-0.19 \cdot \text{도보 접근시간}) + (-0.001 \cdot \text{주차장 이용요금}) + (-0.913 \cdot \text{스마트 주차장})$

$$- \text{스마트주차장 이용확률} = \frac{e^{(\text{스마트효용})}}{e^{(\text{일반효용})} + e^{(\text{스마트효용})}}$$

주차장선택모형의 추정 결과는 표 2와 같다. 주차 소요시간의 추정 값은 -0.055, 도보 접근시간의 추정 값은 -0.19로 나타났으며 이는 도보접근(이동)시간의 1분당 가치는 190원, 주차소요시간의 1분당 가치는 55원으로 해석할 수 있다. 주차장요금 추정 값 -0.001, dummy라고 할 수 있는 스마트주차장 추정 값은 -0.913로 나타났다. 추정치가 모두 음의 부호로 나타나 논리적인 결과가 나타났으며 모든 변수가 유의수준 5%이내에서 통계적으로 유의한 결과가 나타났다. 전체 모형의 우도비(ρ^2)는 0.237로 유의한 수준으로 판단된다.

표 2. 스마트주차서비스 선택 모형
Table 2. Selection model for smart parking service

Variable	Parameter			
	Coefficient	t-value	Standard deviation	p-value
Cruising time to park(minutes)	-0.055	7.040	0.021	0.008***
Walking time to destination (minutes)	-0.190	90.511	0.020	0.000***
Parking fees	-0.001	28.976	0.000	0.000***
Smart parking	-0.913	6.167	0.368	0.000***
Constant	5.250	161.586	0.413	0.000***
Total response	1,204			
L(0)	-785.9845			
L(β)	-716.994			
$\rho^2(x)$	0.237			

***:P-value<0.05,**:P-value<0.15,*: P-value<0.30

주차장 이용요금과 도보접근(이동)시간에 따른 주차장 선택확률은 표 3과 같이 분포하며 다음과 해석이 가능하다. 스마트주차장 30분 이용요금이 일반주차장보다 500원 증가하고 목적지까지 도보이동시간이 8분 감소할 때 스마트주차장의 선택확률이 일반주차장보다 높아진다. 스마트주차장 30분 이용요금이 일반주차장보다 1,000원 증가하고 목적지까지 도보이동시간이 11분 감소할 때 스마트주차장의 선택확률이 일반주차장보다 높아진다. 스마트주차장 30분 이용요금이 일반주차장보다 1,500원 증가하고 목적지까지 도보이

동시간이 13분 감소할 때 스마트주차장의 선택확률이 일반주차장보다 높아진다. 스마트주차장 30분 이용요금이 일반주차장보다 2,000원 증가하고 목적지까지 도보이동시간이 16분 감소할 때 스마트주차장의 선택확률이 일반주차장보다 높아진다.

표 3. 스마트주차장 선택 확률
Table 3. Selection probability of smart parking lot

Changes in parking times, walking access and parking fees		Selection Probability of Parking Lot(Transition Rate)	
Parking fees (first 30 minutes)	Walking time to destination (minutes)	Parking	Smart parking
500 won increase	Decrease by 5 minutes	0.61373	0.38627
	Decrease by 6 minutes	0.56783	0.43217
	Decrease by 7 minutes	0.52074	0.47926
	Decrease by 8 minutes	0.47328	0.52673
1000 won increase	Decrease by 9 minutes	0.55058	0.44942
	Decrease by 10 minutes	0.50325	0.49675
	Decrease by 11 minutes	0.45587	0.54414
1500 won increase	Decrease by 11 minutes	0.58006	0.41995
	Decrease by 12 minutes	0.53320	0.46680
	Decrease by 13 minutes	0.48575	0.51425
2000 won increase	Decrease by 14 minutes	0.56292	0.43709
	Decrease by 15 minutes	0.51575	0.48426
	Decrease by 16 minutes	0.46829	0.53171

3.6 주차권 예약 할인 선택모형

주차권 예약 할인 선택을 위한 로짓모형(Binary Logit Model)을 구축하였다. 스마트 주차 서비스의 효용식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

- $U(1시간일반주차) = 16.766 + (-0.004 \cdot 1시간 주차권 요금) + (-0.002 \cdot 미이용시 위약금)$
- $U(1시간주차) = 16.766 + (-0.004 \cdot 1시간 주차권 요금) + (-0.002 \cdot 미이용시 위약금) + (2.359 \cdot 주차권예약)$

$$- \text{주차권 예약 선택확률} = \frac{e^{(1시간주차권예약)}}{e^{(1시간일반주차)} + e^{(1시간주차권예약)}}$$

주차권 예약 선택모형의 추정 결과는 표 4와 같다. 주차권 예약 선택모형의 추정 결과는 표 4와 같다. 주차장이용요금의 추정 값은 -0.004, 위약금의 추정 값은 -0.002로 나타났으며, dummy라고 할 수 있는 주차권예약 추정 값은 2.359으로 나타났다. 모든 변수가 유의수준 5%이내에서 통계적으로 유의한 결과가 나타났다으며, 전체 모형의 우도비(ρ^2)는 0.517로 유의한 수준으로 판단된다.

표 4. 주차권 예약 할인 선택모형
Table 4. Selection Model for the discount of Parking booking

Variable	Parameter			
	coefficient	t-value	standard deviation	p-value
Parking fee for 1 hour	-0.004	23.660	0.001	0.000***
Cancellation charge	-0.002	11.865	0.001	0.002***
Parking booking	2.359	9.913	0.749	0.002***
Constant	16.766	19.887	3.76	0.000***
Total N	387			
L(0)	-346.48			
L(β)	-344.382			
$\rho^2(x)$	0.517			

***:P-value<0.05,**:P-value<0.15,*: P-value<0.30

주차권 예약할인과 취소 시 위약금에 따른 주차장 선택확률은 표 5과 같이 분포하며 다음과 해석이 가능하다. 1시간 주차권 예약 시 주차요금을 2 % 할인하고, 미사용 시 위약금을 27% 납부 할 때 주차권 예약 선택확률이 일반이용보다 높아지게 된다. 1시간 주차권 예약 시 주차요금을 5 % 할인하고, 미사용 시 위약금을 33% 납부 할 때 주차권 예약 선택확률이 일반이용보다 높아지게 된다. 1시간 주차권 예약 시 주차요금을 10 % 할인하고, 미사용 시 위약금을 43% 납부 할 때 주차권 예약 선택확률이 일반이용보다 높아지게 된다.

표 5. 스마트주차장 선택 확률
Table 5. Probability of selection of smart parking lot

Probability of selection of smart parking lot		Selection Probability of Parking Lot (Transition Rate)	
Parking fee for 1 hour	Cancellation charge	Parking	Smart parking
Discount 2%	28% charge	0.510249	0.489751
	27% charge	0.485254	0.514746
Discount 5%	34% charge	0.510249	0.489751
	33% charge	0.485254	0.514746
Discount 10%	44% charge	0.510249	0.489751
	43% charge	0.485254	0.514746

IV. 결론 및 향후 과제

스마트 주차는 스마트시티를 비롯한 IOT솔루션을 활용한 핵심 서비스로 사용자 요구사항에 따라 다양한 형태로 구현이 가능하며 운전자에게 주차의 편리성을 제공한다[21]. 본 연구는 주차장 검색 및 사전예약서비스가 가능한 스마트 주차서비스를 대상으로 사용자의 니즈를 제시하고, 요금과 관련된 사용자의 선호선택 모형에 관한 연구이다. 이를 위하여 스마트 주차서비스에 대한 응답설문을 구성하여 스마트 주차장의 선택과 주차권예약할인 선택에 대한 사용자 선호도 모형을 구축하였다. 각 모형에서 사용자의 잠재선호특성을 고려한 서비스의 요구사항이 도출되었다. 향후 사용자의 선호도를 고려한 정교하고 다양한 형태의 스마트 주차서비스가 가능한 설계 요구사항으로 활용이 가능할 것으로 판단된다. 향후 과제로 스마트 주차서비스 구현 이후 연구의 결과의 적합성을 검증할 수 있는 조사 및 행태분석 연구가 요구된다.

References

[1] K. W. Axhausen, J. W. Polak, M. Boltze, and J. Puzicha, "Effectiveness of the parking guidance information system in Frankfurt am Main," *Traffic engineering & control*, vol. 35, no. 5, 1994, pp. 304-309.
 [2] R. J. Arnott and E. Inci, "An integrated model of downtown parking and traffic congestion," *Journal of Urban Economics*, vol. 60, no. 3, 2006, pp. 418-442.

[3] D. C. Shoup, "Cruising for parking," *Transport policy*, vol. 13, no. 6, 2006, pp. 479-486.
 [4] K. Kim, W. Son, M. Lee, J. Han and Y. Park, "The study of Parking Management System by Image Processing" *J.of Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 12, no. 4, 2017, pp. 651-656.
 [5] D. W. Gillen, "Parking policy, parking location decisions and the distribution of congestion," *Transportation*, vol. 7, no. 1, 1978, pp. 69-85.
 [6] V. D. G. Dick, "A model to describe the choice of parking places," *Transportation Research Part A: General*, vol. 16, no. 2, 1982, pp. 109-115.
 [7] K. W. Axhausen and W. P. John, "Choice of parking: stated preference approach," *Transportation*, vol. 18, no. 1, 1991, pp. 59-81.
 [8] M. Bradley, E. Kroes, and E. Hinlopen, "A joint model of mode/parking type choice with supply-constrained application," *PTRC Summer Annual Meeting 21st*, Manchester, United Kingdom, 1993.
 [9] J. D. Hunt and S. Tepley, "A nested logit model of parking location choice," *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 27, no. 4, 1993, pp. 253-265.
 [10] T. A. Lambe, "Driver choice of parking in the city," *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 30, no. 3, 1996, pp. 207-219.
 [11] E. Chaniotakis and J. P. Adam, "Drivers' parking location choice under uncertain parking availability and search times: A stated preference experiment," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 82, 2015, pp. 228-239.
 [12] Y. Shiftan and B. E. Rachel, "Modeling response to parking policy," *Transportation Research Record*, vol. 1765, no. 1, 2001, pp. 27-34.
 [13] D. A. Hensher and J. King, "Parking demand and responsiveness to supply, pricing and location in the Sydney central business district," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 35, no. 3, 2001, pp. 177-196.
 [14] D. B. Hess, "Effect of free parking on commuter

mode choice: Evidence from travel diary data," *T ransportation Research Record*, vol. 1753, no. 1, 20 01, pp. 35-42.

- [15] P. Coppola, *A joint model of mode/parking choice with elastic parking demand*. *Transportation Planning*. Boston: Springer, 2002, pp. 85-104.
- [16] S. P. Anderson and D. P. André, "The economic s of pricing parking," *Journal of urban economics*, vol. 55, no. 1, 2004, pp. 1-20.
- [17] E. Calthrop and P. Stef, "Regulating on-street parking," *Regional Science and Urban Economics* 3, vo l. 6, no. 1, 2006, pp.29-48.
- [18] F. Yang, S. W. Cho, S. M. Son, S. R. Bogatyrev, , D. Singh, J. J. Green, and D. G. Anderson, "Ge netic engineering of human stem cells for enhanc ed angiogenesis using biodegradable polymeric n anoparticles," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107, no. 8, 2010, pp. 3317-3322.
- [19] D. B. Ottosson, "The sensitivity of on-street parking demand in response to price changes: A case study in Seattle, WA," *Transport Policy*, vol. 25, 2 013, pp. 222-232.
- [20] R. G. Thompson and B. Peter, "Drivers' response to parking guidance and information systems." *Tr ansport Reviews*, vol. 17, no. 2, 1997, pp. 89-104.
- [21] C. Lee and H Im, "A Low Power Parking Management System for Intelligent Building" *J.of Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 7, no. 6, 2012, pp.1479 - 1485

저자 소개



장정아(Jeong-Ah Jang)

2009년 아주대학교 대학원 교통 공학과 졸업(공학박사)

2014년~현재 아주대학교 TOD기반지속가능도시 교통연구센터 연구교수
2002년 아주대학교 대학원 교통공학과 졸업(공학 석사)
※ 관심분야 : ITS통신시스템, ICT, C-ITS



이현미(Hyun-Mi Lee)

2014년 London School of Economics and Political Science (통계석사)

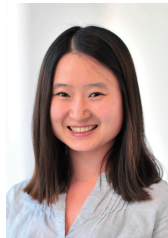
2017년~현재 아주대학교 교통공학과 연구원
2020년 아주대학교 교통공학과 박사과정 수료
※ 관심분야 : ITS통신시스템, ICT, C-ITS



이원우

2014년 한양대학교 대학원 전자 공학과 졸업(공학박사)

2018년~현재 한국도로공사 ICT융합연구팀 수석 연구원
2002년 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학 석사)
※ 관심분야 : ITS통신시스템, ICT, C-ITS



김현미

2018년 University of Maryland at College Park 토목공학과 졸업 (공학박사)

2021년~현재 한국항공대학교 항공교통물류학부 조교수
2008년 한국항공대학교 대학원 교통공학과 졸업 (공학석사)
※ 관심분야 : ITS통신시스템, ICT, C-ITS



김태형

2005년 University of Maryland at College Park 토목 및 환경공 학과 졸업(공학박사)

2018년~현재 한국교통연구원 4차산업혁명교통연 구본부 스마트시티교통연구센터 센터장
1995년 한양대학교 대학원 교통공학과 졸업(공학 석사)
※ 관심분야 : ITS통신시스템, ICT, C-ITS