

자전거 이용자의 통행목적에 고려한 주행경로 적정성 평가지표 개발

Evaluation Criteria for Appropriateness of Bicycle Riding Path Considering Cyclist's Trip Purposes

김 의 진*

(Eui-Jin Kim)

(Seoul Nat'l University)

김 동 규**

(Dong-Kyu Kim)

(Seoul Nat'l University)

요 약

본 연구는 자전거 주행경로에 대한 중요도와 만족도 조사를 바탕으로 목적별 주행경로 적정성 평가지표 제시를 목적으로 한다. 사전설문으로 선정된 총 5가지 영향요인에 대해 여가와 통근목적 공통으로 중요도와 만족도를 조사하고, 통근의 경우 목적지 정보에 대해 추가적으로 조사한다. 조사된 각 항목에 대해 분석적 계층화기법(Anclytical Hierarchy Process : AHP)을 통해 항목별 중요도를 산출하고, 목적별 차이가 큰 항목에 대해서 목적별로 차등화 된 평가지표를 제시한다. 분석결과 자전거 도로의 연결성과 보도, 차도와와의 분리 항목의 차이가 크게 도출되었으며 이 항목에 대해서 만족도를 바탕으로 모형을 만들 수 있는 순서형 프로빗 모형을 사용하였으며, 그 외 항목에 대해서는 기존연구에 주행경로정보를 반영해 평가지표를 선정한다. 선정된 평가지표와 항목별 중요도를 통해 경로에 대한 정량적 서비스수준을 제공할 수 있고 향후 app이나 검색엔진 등에서 이용자의 Feedback을 통해 모형의 설명력을 제고할 수 있으며, 모형에 대한 이용자별 평가 정보들을 활용해 개별 이용자의 성향에 특화된 맞춤형 개선방안을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심어 : 주행경로 적정성, 평가지표, 순서형 프로빗 모형, 경로에 대한 정량적인 서비스수준

ABSTRACT

The purpose of this study is providing an evaluation criteria for appropriateness of bicycle riding path considering trip purpose based on cyclist's response of importance and satisfaction. The survey presents a quantified criteria of evaluating appropriateness of the bicycle path by investigating difference of importance and satisfaction between two purposes among 5 selected influence factors about bicycle lane and bicycle parking facility, and in case of commuting purpose, information of destination is additionally considered. All the influence factors are analyzed by Analytical Hierarchy Process (AHP) which yields importance. For the factors which have a huge difference between two purposes, evaluation criteria using a GIS Data of respondent's path and satisfaction of each factors is developed, and other factors are made it by reviewing literature. The importance analyzed by AHP and evaluation criteria can provide a path based LOS for cyclist, and this information can be improved through user's response from app or search engine in the future. and by considering individual's evaluation, it can provide individually specified information.

Key words : Appropriateness of Bicycle Riding Path, Evaluation Criteria, Ordered Probit Model, Path Based LOS

† 본 연구는 서울대학교 건설환경종합연구소의 지원을 받아 수행하였습니다.

‡ 본 논문은 2016년 ITS학회 춘계학술대회에 발표했던 논문을 수정·보완하여 작성하였습니다.

* 주저자 : 서울대학교 건설환경공학부 석박사통합과정

** 공저자 및 교신저자 : 서울대학교 건설환경공학부 조교수

† Corresponding author : Dong-Kyu Kim(Seoul Nat'l University), E-mail dongkyukim@snu.ac.kr

‡ Received 26 May 2016; reviewed 22 June 2016; Accepted 28 July 2016

1. 서 론

최근 서울시는 주요 간선도로인 동부, 서부 간선도로의 지하화와 월드컵 대교의 자전거 도로 건설 등 친환경 공간 조성과 함께 대규모 자전거 도로의 구축을 계획하고 있다. 특히 기존의 하천변 자전거 도로가 자전거 간선도로의 축으로 이용되어 도심통행에서의 자전거 이용환경을 크게 향상시킬 것이다. 2011년 기준 서울시 통행에서 거리가 가까운 2~4개의 구를 묶어 만든 총 8개의 권역에 대하여 중-단거리 통행인 권역 내 통행이 전체 통행의 36.0%를 차지하는 것으로 나타났다[1]. 서울의 경우 도심평균속도가 2014년 기준 17.4km/h로 평균속도가 12~15km/h인 자전거와 비교했을 때, 5km 미만의 도시 내 단거리 통행에는 자전거가 자동차보다 빠르거나 동등한 것으로 인식될 것이다[2]. 이는 자전거 이용에 유리한 조건으로, 서울시의 자전거 잠재 수요는 지금보다 더 있을 것이다.

서울시는 2008년 9월 처음으로 자전거 전담조직을 만드는 것을 시작으로, 2015년 현재 총 144.4km의 자전거 전용도로를 구축하였고, 2013년까지 한강자전거도로의 전반적인 질과 서비스를 개선하였다. 이와 같은 적극적인 자전거 활성화 대책에 비해 아직 우리나라 자전거 이용수준은 선진국에 비해 한참 모자란 수준이다. 2015년 기준 한국의 자전거 수단분담률은 2%로 자전거 이용이 활발한 네덜란드 36%, 덴마크 23%, 일본 17%에 한참 못 미치는 수준이다[3].

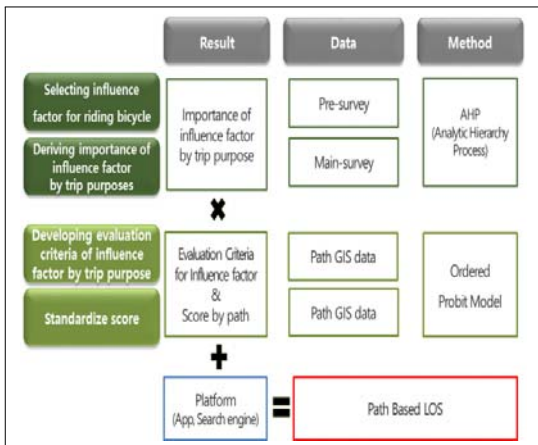
현재 서울시 자전거 도로의 총 연장 733.6km중 보도, 차도와 분리되어 있고, 포장에 잘 돼있는 자전거 전용도로와 하천변 자전거 도로의 비율의 합이 44%가량이다. 하지만 정작 도심부에는 자전거 전용도로가 부족하며, 그나마도 제대로 된 경로정보가 제공되지 않아 현재의 시설도 제대로 활용되지 못하고 있다. 이러한 상황은 서울시의 목적별 자전거 이용률을 통해 드러난다. 2010년 대규모 자전거 기반시설을 설치함에 따라 2009년 여가목적의 경우 14.9%였던 자전거 이용률은 2011년 22.9%로 상당히 증가하지만 2014년 다시 15%로 감소하는

추세를 보이고 있다. 반면 통근목적의 경우 2009년 5.2%에서 2012년 5.4%로 근소하게 증가하였으나 2014년 다시 5%로 소폭 감소하였다[4].

이는 새롭게 대규모로 구축된 기반시설은 여가목적에만 효용성이 나타나며 이 또한 점점 감소하고 있는 추세라는 것을 보여준다. 그러므로 본 연구에서는 여가목적의 이용률 감소와 저조한 통근목적 이용에 대한 대안으로 기존의 단순 시설확장이 아닌 현재 기반시설을 효율적으로 이용할 수 있는 경로정보 제공을 제안한다. 자전거는 그 이용의 특성상 자동차와 다르게 경로의 소요시간뿐 아니라, 경로내의 경사나 전용도로의 연결, 보행자와 차량 수 등 다양한 요인이 만족도에 영향을 주게 된다. 특히 이러한 요인들은 경로 전체의 관점에서 판단해야 하는데, 예를 들어 경사도가 심하거나 보행자가 많아 통행이 불편하더라도 그 비율이 전체 경로의 극히 일부라면 크게 만족도를 떨어뜨리지는 않을 것이다. 지도 정보를 제공하는 다양한 포털 중 Naver[5]만이 현재 자전거 경로에 대한 정보를 제공하며, 이 또한 자전거 도로를 활용하는 경로와 속도를 시속 15km/h로 가정한 도착예정시간정보만을 제공하고 있다. 하지만 현재 서울시의 자전거 도로는 구릉지가 많고 만족도가 낮은 자전거 보행자 겸용도로가 많기 때문에 현재의 제한된 정보를 바탕으로 경로를 선택할 경우 자전거 이용에 큰 불편이 있으며, 한번 큰 불편을 겪으면 이후 자전거의 이용의지가 꺾이기도 한다. 그러므로 이용자의 자전거 만족도 향상을 위해서는 경로특성을 반영한 정보 제공이 필요하며, 이는 이용자 뿐 아니라 운영자의 추후 개발방향에도 하나의 지표가 될 것이다. 또한 이와 같은 경로정보는 통근목적과 여가목적에 반드시 다르게 적용되어야 한다. 여가목적의 경우 주행의 쾌적성을 중시하기 때문에 자전거 전용도로를 선호하지만 자전거 보관시설의 여부에는 크게 민감하지 않을 것이다. 반면 통근목적의 경우 도심내 이동의 특성상 자전거 전용도로만을 고수하진 않지만 자전거 보관시설의 여부 등에 민감하게 반응할 것이다. 이와 같이 목적별로 차별화된 특성은 경로를 평가하는 지표에 대한 서로 다른 중요도와

만족도를 통해 나타날 것이다.

본 연구에서는 서울시의 자전거 이용률을 향상시킬 대안으로 현재 자전거 이용시설에 대한 활용성을 높이기 위한 목적별 주행경로적정성 평가지표를 제안한다. 이를 위해 자전거 이용자를 대상으로 자전거도로와 자전거 주차장의 만족도에 영향을 주는 다양한 항목에 대하여 사전 설문조사를 실시한 후 이를 바탕으로 안전성, 쾌적성, 보관 등 다양한 관점의 핵심항목을 선정한다. 그 후 해당 항목들에 대하여 AHP기법을 이용하여 목적별로 중요도를 산정한 후 이를 반영하기 위한 항목별 평가지표를 선정한다. 평가지표의 선정은 목적별 중요도의 차이가 큰 상위 세 항목의 경우 응답자 주행경로의 GIS data와 각 항목의 만족도를 바탕으로 목적별 평가지표를 선정하며, 그 이외의 항목에 대해선 목적별로 차이가 크지 않기 때문에 목적특성을 반영하지 않은 기존 문헌의 평가지표에 경로 전체의 특성을 반영하기 위한 GIS data를 적용할 수 있게 개선하였다. 위 분석을 통해 산출된 중요도와 항목별 평가지표를 주행경로의 GIS data에 적용하여 산출된 점수를 곱하면 경로 전체에 대한 적정성 점수를 얻을 수 있으며 이를 바로 실제 사례에도 적용할 수 있다.



〈Fig. 1〉 Research process

이어지는 II장에서는 자전거 기반시설의 영향요인 및 평가지표 선정에 참고하기 위한 기존문헌 고찰을 수행한다. 또한 이 장에서 기존 연구들의 한계

와 이를 개선하는 본 연구의 차별성을 제시한다. III장에서는 AHP기법을 이용한 중요도분석, 순서형 프로빗 모형을 이용한 평가지표 선정, 선정된 평가지표 적용의 방법론과 자료구득방법을 제시한다. IV장에서는 산출된 결과를 해석하고, 이에 따른 항목별 평가지표를 제시하며, V장에서는 결과로 얻은 항목별 중요도와 평가지표를 실제 서울시 자전거 경로에 적용한 사례와 향후 활용 방안에 대하여 소개한다. 마지막으로 VI장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제시한다.

II. 기존연구 고찰

1. 자전거 만족도 분석 관련 문헌

Jung(2012)[6]은 AHP기법을 활용하여 자전거 도로의 이용에 영향을 주는 여러 가지 요인의 중요도를 산출하고, 이를 통해 자전거 도로를 어떻게 평가할지 평가지표를 제시하였다. 하지만 항목이 너무 많아 중요도가 낮은 일부 항목의 경우 오히려 결과를 왜곡하는 영향을 보였고, 통행목적이나 경로에 관한 정보를 포함하지 못하였기 때문에 실제로 활용되기에는 다소 제한적이다.

Lee et al.(2009)[7]은 자전거 도로의 유형에 따른 도로의 폭과 교통량, 자전거 주차장의 주차대수에 대한 이용자들의 만족도를 조사하여 순서형 프로빗 모형을 통해 분석하였다. 이를 통해 자전거의 만족도에 대해 개인마다 편차가 상당히 크다는 것을 알 수 있었고, 이용자의 만족도를 종속변수로 하였을 때 순서형 프로빗 모형을 이용하여 분석하는 것이 타당함을 보여주었다.

Won and Jin(2012)[8]은 기존에 수행된 연구를 바탕으로 공공시설, 네트워크, 시설물, 주변 환경이라는 4개의 요소로 평가지표를 나누어 해당 요소들이 통근, 통학에 어떤 영향을 줄 수 있는지에 대해 연구하였다. 평가 항목은 합리적이었지만 세부항목에 대한 평가 지표를 지나치게 단순화 하였고, 경로 전체의 정보가 아닌 단편적인 지표로 학교나 거주지 내 통행에 한정된 연구를 하였다.

Lee(2010)[9]는 출, 퇴근 목적의 자전거 이용 시 이용자의 경로선택에 영향을 주는 요인을 알아보기 위해 통근시간대에 자전거 이용자를 대상으로 설문 조사를 실시하고, 이들이 도로의 위계, 도로 내 주차여부, 도로의 경사, 포장여부, 경로의 보행자 수 등에 따라 어떤 선호도를 보이는지를 분석하였다.

Park(2012)[10]은 다양한 자전거 기반시설의 문제점과 그에 대한 대안에 대해 제시하였는데, 특히 자전거 보관시설의 종류에 따른 적정규모를 지하철 유동인구와 구별 인구, 자동차 등록대수, 자전거 보유대수, 자동차와 자전거의 교통수단 분담률 등을 통해 선정하여 자전거 보관시설을 평가하는 기준을 제시하였다.

기존문헌들에서는 자전거 이용자들에 대한 설문을 바탕으로 중요도와 만족도를 조사했지만 경로 전체의 특성을 바탕으로 한 평가가 아닌 경로 내 개별 요소에 대한 평가가 주를 이루어 실제 자전거의 경로선택에 필요한 정보를 제공하지 못하였다. 또한 서론에서 제시한 것처럼 목적별로 자전거 이용에 상당히 다른 양상을 보임에도 이를 동시에 조사하여 비교하지는 않아 그 차이를 정량적으로 판단하기 어려웠다. 이러한 점들을 보완하기 위해 본 연구에서 이용 목적별 주행경로적정성 평가지표를 선정하여 실제 경로선택에 활용될 수 있는 결과를 제시하고자 한다.

III. 자료수집 및 분석방법론

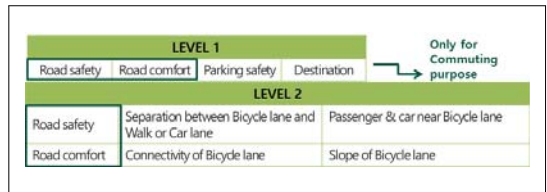
1. 분석방법론

1) AHP기법을 통한 중요도 분석

본 연구에서는 기반시설 만족도의 영향요인을 선정하는 사전조사와 이후 선정된 항목에 대하여 목적별 영향요인의 중요도를 산출하기 위해 AHP기법을 이용한다. AHP기법의 가장 큰 특징은 대안간의 직관적인 쌍대비교와 자체적인 일관성 검증을 통해 상대적인 중요도를 체계적으로 비율척도화 하여 정량적인 형태를 얻을 수 있다는 점이다[11].

본 연구에서는 AHP기법을 채택한 이유는 경사도와 도로 주변의 보행자수 같이 서로 직접적인 상관관계를 가지지 않는 항목에 대해 직관적 쌍대비교가 가능하기 때문이다. 하지만 기존 AHP기법은 전문가를 대상으로 시행되는 기법으로 일반인을 대상으로 하기엔 다소 설문에 어려움이 있을 수 있다. 그러므로 많은 표본보단 응답자와 충분한 토의가 이루어진 답변을 바탕으로 하였으며 기존 AHP분석과는 다른 수정된 일관성 분석을 통해 유의한 표본을 추출한다.

AHP기법은 총 4단계의 절차를 거쳐 분석이 이루어진다. 첫 번째 단계는 계층적 구조설정으로, 본 연구에서는 총 2단계 6개의 항목으로 나누었다.



(Fig. 2) Influence factors for appropriateness of bicycle facilities

두 번째 단계는 구축한 항목들 간의 쌍대비교를 통한 평가 자료 구축이다. 본 연구에서는 각 응답자에게 여가 및 통근목적으로 나누어 설문을 하여 문항수가 다소 많기 때문에 1단계의 경우 쌍대비교가 아닌 4자 비교를 통하여, 중요도를 매기게 하였으며, 2단계의 경우 7개척도 쌍대비교를 하였다.

3. 만약 통근목적의 통행이라면 다음문항에 대하여, 어떤 것을 더 중요하게 생각하시나요?
 (1-1) 통근목적의 자전거 이용에서 다음 항목에 대해 각각 얼마나 중요치를 두시겠습니까?
 ex) 주행안전함 20%, 주행편안함 30%, 보관안전함 30%, 통근목적적 특성 20%

① 주행 안전함 : 보도, 차도와 분리된 자전거 도로 / 자전거 도로 근처 보행자 및 차량 수
 ② 주행 편안함 : 목적지 까지 자전거도로의 연결성 / 목적지까지의 도로의 경사도
 ③ 보관 안전함 : 목적지 내 안전한 자전거 보관소
 ④ 통근 목적적 특성 : 목적지까지의 거리 / 대체수단과의 소요시간 차이

주행 안전함	주행 편안함	보관 안전함	통근목적적 특성
%	%	%	%

(2단계) 통근목적 통행에서의 가중치 선정

평가항목	매우 중요	중요	약간 중요	같다	약간 중요	중요	매우 중요	평가항목
보도, 차도와 분리된 자전거 도로								자전거 도로 근처 보행자 및 차량 수

(Fig. 3) Examples of question for calculating Importance

세 번째 단계는 표본의 일관성지수 판단이다. AHP기법에서는 모든 쌍대비교 문항간의 서수적 일관성과 기수적 일관성을 동시에 만족시키는 것을 이상적인 값으로 하여, 이 값과의 차이로 일관성을 판단한다. 그러나 예를 들어 항목 4개에 대하여 서수, 기수적 일관성을 판단한다면 이상적으로는 모든 경우를 쌍대비교 해야 하므로 총 6가지, 즉 항목 n 개당 nC_2 개의 문항이 필요하다.

본 연구에서는 앞서 언급한 것처럼 한명의 응답자가 비교적 많은 문항에 답변하기 때문에 문항을 늘리는 것이 제한적이다. 이 때문에 이상적 모형과 달리 문항을 줄이고, 설문 마지막에 일관성 검증과 관련한 일종의 함정문항을 넣어, 설문의 처음 부분 문항과 서수적 일관성을 가지는 지를 추가적으로 고려해 유효한 표본을 선정하였으며, 일관성 관련 문항은 다음과 같다.

• 1단계 설문문항

3. 만약 통근목적의 통행이라면 다음문항에 대하여, 어떤 것을 더 중요하게 생각하시나요?
 (1-1) 통근목적의 자전거 이용에서 다음 항목에 대해 각각 얼마나 가중치를 두시겠습니까?
 ex) 주행안전함 20%, 주행편안함 30%, 보관안전함 30%, 통근목적지 특성 20%

① 주행 안전함 : 보도, 차도와 분리된 자전거 도로 / 자전거 도로 근처 보행자 및 차량 수
 ② 주행 편안함 : 목적지 까지 자전거도로의 연결성 / 목적지까지의 도로의 경사도
 ③ 보관 안전함 : 목적지 내 안전한 자전거 보관소
 ④ 통근 목적지 특성 : 목적지까지의 거리 / 대체수단과의 소요시간 차이

주행 안전함	주행 편안함	보관 안전함	통근목적지 특성
%	%	%	%

• 2단계 일관성 분석 항목

평가항목	매우 중요	중요	약간 중요	같다	약간 중요	중요	매우 중요	평가항목
목적지까지의 거리								목적지까지의 도로의 경사도

〈Fig. 4〉 Example of modified Consistency test

네 번째 단계는 일관성이 검증된 자료들을 바탕으로 항목별 우선순위를 정량적인 수치로 산정하는 것이다. 항목별 중요도는 아래의 행렬계산을 통해 구하며 행렬의 원소 x_{ij} 는 j에 대한 i의 상대적 중요도이다.

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ \vdots \\ nw_n \end{bmatrix}$$

〈Fig. 5〉 Matrix form for Calculating weight

AHP기법에 중요도 및 일관성 분석은 Excel 매크로를 이용한 프로그램을 이용한다[12].

2) 순서형 프로빗 모형을 이용한 평가지표 선정

항목별 중요도 결과를 보면 일부항목의 경우 목적별로 차이가 상당하지만 기존 문헌에서는 목적별 차이에 대하여 고려하지 않았기 때문에 해당 항목에 대해선 별도의 평가지표를 선정해야 한다. 설문 응답자는 항목별 중요도뿐 아니라 만족도와 본인의 자전거 이용경로에 대한 답변을 하였는데, 이를 바탕으로 이용자의 경로 정보를 나타내는 GIS data들을 설명변수로 하고 만족도를 종속변수로 하여 각 주행경로의 GIS data가 만족도에 미치는 영향을 순서형 프로빗 모형으로 분석한다.

순서형 프로빗 모형은 오차항의 확률분포가 정규분포를 따르므로 대안간 독립성을 가정할 필요가 없고, 종속변수가 이항이 아닌 여러 항이 나오는 경우에 주로 사용되는 방법이다. 만족도 조사의 경우 대안인 만족도 1~5가 독립성을 가지지 않고, 순서형 값을 가진다. 또한 만족도 1, 2와 3, 4의 차이가 같지 않기 때문에 일반적인 방법인 회귀분석을 사용할 경우 오차가 생길 수 있다[7]. 그러므로 만족도와 경로정보의 관계를 분석하기 위해서는 순서형 프로빗 모형이 적합하다.

순서형 프로빗 모형의 결과는 다음과 같다.

$$y = \beta X_n + \epsilon_n, \epsilon_n \sim N[0, 1] \dots\dots\dots (1)$$

$$y = 0, \text{ if } y \leq 0, \text{ prob}[y = 0] = \Phi(-\beta X_n) \dots\dots\dots (2)$$

$$y = 1, \text{ if } 0 < y \leq \mu_1, \text{ prob}[y = 1] = \Phi(\mu_1 - \beta X_n) - \Phi(\beta X_n) \dots\dots\dots (3)$$

...

$$y = j, \text{ if } y \geq \mu_{j-1}, \text{ prob}[y = j] = 1 - \Phi(\mu_{j-1} - \beta X_n) \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-1/3w^2} dw \dots\dots\dots (5)$$

최종적으로 얻어진 모형인 $y = \beta X_n + \epsilon_n$ 는 종속변수가 만족도가 되고, β 는 주행경로의 GIS data인 X_n 에 대한 계수이다. 순서형 프로빗 모형에서는 만족도 0~4에 대응하는 한계값(Threshold)인 μ_n 이 존재하는데 $y=1$ 에 해당하는 한계 값인 μ_1 은 y 값이 μ_1 이하 일 때는 만족도를 1로 추정해야 함을 나타낸다. 본 연구에서는 항목에 대한 다양한 GIS data 중 모형에 가장 적합한 변수를 선정하고, 모형과 한계값을 이용해 평가지표를 도출한다.

3) 평가지표의 실제 적용

본 연구 결과의 활용은 위에서 구해진 항목별 중요도를 평가지표에 주행경로의 GIS data를 반영하여 구해진 점수에 곱하여 경로 전체의 주행적정성을 판단하는 것이다. 항목별 점수를 종합하기 위해선 각 평가지표의 표준화가 필요하다. 점수의 표준화 방안은 일반적으로 Z-스코어법과 스케일 재조정법으로 나눌 수 있으며, Z-스코어법은 모든 자료가 평균은 0, 표준편차는 1인 정규분포를 따른다고 가정하고 평균으로부터 떨어진 정도로 점수를 측정하는 것이고, 스케일 재조정법은 해당 변수의 전체 자료 중 최대값과 최소값을 이용하여 지표를 동일한 범위인 0~1로 표준화한 것이다[13]. 스케일 재조정법은 이상치를 포함할 경우 왜곡될 수 있고, Z-스코어 표준화법은 자료가 정규분포를 따르지 않을 경우 왜곡될 수 있어 본 연구의 대상인 만족도 분포의 이상치가 없다는 가정으로 스케일 재조정법을 통해 점수를 표준화 하였다.

Re-scaling: $D_i^t = (X_i^t - X_i^{\min}) / (X_i^{\max} - X_i^{\min}) \dots\dots (6)$

이와 같이 항목별로 표준화된 점수에 중요도를 곱해 최종적으로 구해진 주행경로적정성 점수는 해당 목적에 대한 해당 경로의 전반적인 서비스수준을 나타낸다.

4) 자료수집

자료 수집을 위한 설문은 영향요인 선정을 위한 사전설문과 선정된 영향요인을 목적별로 조사한 본 설문으로 나뉜다. 설문은 온라인과 대면설문 2가지로 이루어 졌고, 사전설문은 2014년 11월 6일~11월 8일까지 Google Docs 온라인 설문과 한강 자전거도로에서의 직접 대면 설문을 통하여 목적에 관계없이 자전거 이용자를 대상으로 실시하였고, 온라인 설문은 직접 대면설문 표본과 특성을 일치시키기 위해 서울에 거주하고, 서울에서 주로 자전거를 이용하는 응답자에 한해서만 표본에 반영하였다. 본 설문은 2015년 10월 17~18일 위와 같은 방법이지만 목적별로 분리하여 실시하였다. 직접 대면설문은 모두 한강공원에서 실시하였는데, AHP 분석의 특성상 설문을 위해 문항들에 대한 충분한 학습이 이루어진 후 답변이 이루어져야하므로, 시간이 많지 않은 통근목적 이용자를 대상으로 설문하기에 다소 어려움이 있기 때문이다. 한강공원에서 여가목적 이용자와 여가와 통근을 병행하는 이용자에 대하여 중요도의 경우 현재 통근목적으로 이용하지 않더라도 통근목적에 대해 고려해보았다면 판단할 수 있다고 생각하여 현재 이용목적을 구분하지 않고 설문하였고, 평가지표를 선정하는 만족도의 경우 현재 이용하는 경우에만 판단을 할 수 있기 때문에 응답자의 현재 이용 목적을 고려하여 답변을 받았다. 물론 통근과 여가목적에 대해 동시에 설문하는 것이 통근목적, 또는 여가목적으로만 설문한 것과 결과가 달라질 수 있지만 온라인 설문 결과 여가목적으로 이용하지 않고 통근목적으로만 이용하는 응답자가 없었으므로 자전거 통근자 중 대부분이 여가목적과 병행한다는 것을 알 수 있다. 이는 향후 이용률 제고를 위해서는 기존 여가목적 이용자가 통근목적을 병행하게 하는 방향의 접근이 필요함을 말하며, 두 목적의 차이를 명확히 인식하기 위해서는 본 연구에서처럼 여가와 통근목적을 병행하는 이용자의 두 목적별 차이에 대한 응답을 분석하는 것이 의미를 갖는다.

사전조사와 본 조사 모두 90부의 표본을 통해 조사되었으며, 앞서 제시한 일관성 검증을 통하여 추출한 유효한 표본은 사전조사의 경우 84부, 본 조사의 경우 79부로 나타났다.

〈Table 1〉 Main-survey Respondent

Item	Classification	# of Sample	Ratio
Purpose	Leisure	57	72%
	Leisure + Commute	22	28%
Sex	Man	59	75%
	Woman	20	25%
Total		79	100%

자전거 이용의 경우 경사도나 보행자와의 마찰 같은 불편함을 대할 때 체력적으로나 심리적으로 남자가 다를 수 있기 때문에 성별이 적절하게 고려되어야 한다. 자전거 이용자의 성별 분포의 경우 기존 연구에서 남성이 여성에 비해 2.5배 정도 많이 이용하는 것으로 나타났고, 본 설문지의 응답자는 남성의 비율이 3배정도 많기 때문에 어느 정도 타당하다[14].

IV. 결과분석 및 평가지표 선정

1) 중요도 분석

기존 연구[6-9]에서 사용된 항목을 참조하고 자전거 주차장의 다양한 측면을 반영한 12개의 사전조사문항에 대한 AHP분석 결과는 다음과 같다.

〈Table 2〉 Result of Pre-survey

Items	Weight
Road safety	
Separation Between Bicycle lane and Walk or Car lane	0.131
Regulation for Bicycle accident and signs	0.108
Road Comfort	
Width and Packaging of Bicycle lane	0.105
Slope of Bicycle lane	0.126

Items	Weight
Road Connectivity	
Connectivity with nearby Bicycle lane	0.119
Connectivity with nearby Bicycle parking lot	0.105
Park Functionality	
Safety to Loss	0.055
Storage capacity and Maintenance facilities	0.049
Park Location	
Located near subway and bus station	0.055
Located near residential area and park	0.052
Park Connectivity	
Connectivity with nearby Bicycle lane	0.048
Connectivity with Transit	0.047

사전조사 결과 전반적으로 자전거 도로가 자전거 주차장보다 훨씬 중요하게 나타났다. 하지만 자전거 주차장 관련 항목은 목적별로 다른 특성을 가질 것으로 예상되고 단일항목으로 반영한다면 본 조사에서 유의미하게 작용할 것으로 판단되어 사전조사의 중요도가 다소 낮더라도 본 설문에 반영하였다. 본 조사의 항목은 자전거 도로의 중요도 상위 3개의 항목인 ‘보도, 차도와의 분리’, ‘도로의 경사도’, ‘자전거 도로의 연결성’을 채택하였고, 자전거 주차장 관련 항목 중 가장 중요도가 높은 ‘분실에 대한 안전성’ 항목을 추가하였다. 이 밖에도 사전설문에선 보행자 관련 항목을 반영하지 않았지만 통근목적의 경로선택에는 ‘도로 근처의 보행자 수’가 유의미한 영향을 준다는 기존 연구[9]를 참조하여 이를 추가하였다. 통근목적의 경우 여가목적과 다르게 목적지 정보 항목을 추가적으로 조사하여 목적지가 너무 멀어 이 자체가 이용에 미치는 영향을 고려하였다. 이렇게 목적별로 본 조사에 구해진 항목은 도로 안전성 2항목, 도로 쾌적성 2항목, 자전거 보관 및 목적지 특성 2항목으로 자전거 이용 만족도에 영향을 주는 다양한 관점을 반영하도록 선정되었으며, 각 항목의 중요도 산출 결과는 다음과 같다.

〈Table 3〉 Result of Main-survey

Items	Leisure	Commute
Road Safety		
Separation Between Bicycle lane and Walk or Car lane	0.305	0.203
Pedestrian near Bicycle lane	0.175	0.158
Road Comfort		
Connectivity of Bicycle lane	0.227	0.167
Slope of Bicycle lane	0.132	0.136
Etc		
Safety Parking space	0.161	0.213
Distance to destination	-	0.123
Total	1	1

여가목적과 통근목적 모두 ‘보도, 차도와의 분리’와 ‘자전거 도로의 연결성’의 중요도가 높게 나왔고, ‘안전한 자전거 주차’항목은 단일항목으로 통일되어 중요도가 높게 나왔다.

목적별로 중요도 차이가 큰 항목에 대해서는 평가지표를 선정할 때 별도의 독립변수를 사용해야 한다. 여가목적과 통근목적의 중요도를 비교하기 위해 통근목적의 ‘목적지까지의 거리’항목을 제외하고 표준화하여 결과를 비교하였다.

〈Table 4〉 Difference by trip purposes

item	Difference (Leisure-Commute)
Road Safety	
Separation Between bicycle lane and Walk or Car lane	0.064
Pedestrian near Bicycle lane	-0.004
Road Comfort	
Connectivity of Bicycle lane	0.032
Slope of Bicycle lane	-0.020
Etc	
Safety Parking space	-0.072
Total	0

* Difference is calculated that sum of Leisure is adjusted to 0.877 instead of 1.

목적별 중요도를 보면 ‘보도, 차도와의 분리’와

‘자전거 도로의 연결성’은 여가목적이 더 크게, ‘안전한 자전거 주차’와 ‘도로의 경사도’는 통근목적이 크게 나왔다. 분리성과 연결성의 경우 도심통행의 한계 때문에 통근목적의 중요도가 다소 낮게 나왔을 것이고, 경사도의 경우 통근목적시 땀을 많이 흘리거나 피로하게 되면 불편감을 줄 수 있기 때문에 중요도가 다소 높게 나왔다. 또한 안전한 주차도 통근목적에서는 필수적이지만 여가목적의 경우 아예 이용하지 않거나 출발지에서만 이용하기 때문에 통근목적이 훨씬 크게 나왔다. 목적에 따라 중요도 차이가 가장 두드러지는 것은 ‘보도, 차도와의 분리’, ‘자전거 도로의 연결성’, 안전한 자전거 주차’항목이며, 이 상위 세 항목에 대해 목적별로 별도의 평가지표를 선정한다.

2) 평가지표 선정

본 연구에서는 모든 항목에 대해 목적별 평가지표를 선정하기에는 연구의 범위가 너무 크기 때문에 중요도 차이가 큰 상위 세 항목에 대해서만 목적별로 다른 평가지표를 선정하였고, 이외의 항목에 대해서도 목적별로 공통된 평가지표를 선정하기 위한 연구 결과를 경로의 GIS data를 통해 전체 경로의 특성을 반영하도록 개선하였다. 우선 ‘보도, 차도와의 분리’, ‘자전거 도로의 연결성’ 두 항목의 경우 영향을 주는 경로정보는 자전거 도로의 종류와 관련될 것이다. 이는 자전거 전용도로의 경우 보도, 차도와 분리가 잘 되어있고 안전한 주행이 가능한 반면 보행자 겸용도로나 일반도로는 주변의 보행자나 차량의 영향을 받아 만족도가 낮기 때문이다. 그러므로 경로에 포함된 자전거 도로의 종류를 나타내는 지표로 자전거 전용도로의 비율, 보행자 겸용도로의 비율, 일반도로의 비율, 겸용도로의 비율/일반도로의 비율 등 경로의 다양한 GIS data들과 5점 척도의 만족도 조사와의 관계를 최우추정법을 사용하는 NLOGIT 3.0을 이용하여 분석하였고, 그 결과 유의미한 t-statistic을 가지는 설명변수는 90% 신뢰수준을 기준으로 하였을 때 여가목적에서는 ‘자전거 전용도로의 비율’, 통근목적에서는 ‘자전거 보행자 겸용도로/일반도로의 비율’로 나타났다.

<Table 5> Independent Variables of Ordered Probit Model

Separation Between bicycle lane and Walk or Car lane		
	Leisure	Commute
Independent Variables	Ratio of Bicycle-only lane	Bicycle-Pedestrian lane / Car lane
P-value	0.0000	0.0192
Connectivity of Bicycle lane		
	Leisure	Commute
Independent Variables	Ratio of Bicycle-only lane	Bicycle-Pedestrian lane / Car lane
P-value	0.0090	0.0628

여가목적의 ‘보도, 차도와의 분리’와 ‘자전거도로의 연결성’ 모두 자전거 전용도로의 비율만 유의미한 관계를 보였는데, 이를 통해 여가목적에서 보행자겸용도로의 분리수준과 연결성은 이용자에게 만족을 주지 못하며 여가목적 이용자는 자전거 전용도로만을 만족스러운 도로로 인지함을 알 수 있다. 통근목적의 경우 보도, 차도와의 분리와 자전거 도로의 연결성 모두 보행자 겸용도로/일반도로의 비율만 유의미한 관계를 나타냈는데, 이는 통근 통행시 하천변에 집중된 자전거 전용도로가 역할을 제대로 하고 있지 못해 전용도로의 비율이 무의미하게 되며, 이때는 보행자 겸용도로를 활용하는 것을 일반도로보다 더 선호한다고 추정할 수 있다. 위에서 구해진 항목별 독립변수와 응답자의 만족도의 관계를 순서형 프로빗 모형을 통해 추정하여 두 항목에 대한 평가지표를 목적별로 선정한다.

자전거 주차장의 경우에도 목적별 중요도 차이가 크기 때문에 별도의 평가기준이 필요하지만 GIS data와 만족도의 관계를 분석한 결과 유의미한 독립변수를 찾을 수 없었다. 그러므로 기존 자전거 주차시설의 적정주차면수에 관한 연구[10]를 바탕으로 평가지표를 선정한다. 이 때 여가목적은 출발지의 주차시설을 통근목적은 도착지의 주차시설을 기준으로 평가하며, 평가지표는 주차시설의 만족도를 결정하는 세 항목의 가중치와 각 항목의 적정주차 규모에 대한 비율의 곱으로 선정한다.

나머지 항목에 대해서는 기존 연구의 결과를 바탕으로 경로 전체의 특성을 반영하기 위한 GIS data를 적용할 수 있게 평가지표를 개선하였고, 각 항목에 대해 스케일 재조정법을 이용하여 점수를 표준화하였다. 최종적으로 완성된 항목별 평가지표는 다음과 같다.

<Table 6> Evaluation Criteria of Separation Between bicycle lane and Walk or Car lane

Separation Between bicycle lane and Walk or Car lane			
Leisure	Variable	Ratio of Bicycle-only lane	
	Model	$y = 6 - 6.13 * variable$	
	Criteria	A(1,2) : $y \leq 1.22$ B(3) : $1.22 < y \leq 2.23$ C(4) : $2.23 < y \leq 3.82$ D(5) : $y > 3.82$	
	Re-scaling	A=0 C=0.71	B=0.43 D=1
Commute	Variable	Bicycle-Pedestrian lane / Car lane	
	Model	$y = 2.52 - 0.17 * variable$	
	Criteria	A(1,2,3) : $y \leq 0.7$ B(4) : $0.7 < y \leq 1.89$ C(5) : $y > 1.89$	
	Re-scaling	A=0	B=0.6 C=1

<Table 7> Evaluation Criteria of Connectivity of Bicycle road

Connectivity of Bicycle road			
Leisure	Variable	Ratio of Bicycle-only lane	
	Model	$y = 3.02 - 2.41 * variable$	
	Criteria	A(1, 2) : $y \leq 1.07$ B(3) : $1.07 < y \leq 1.36$ C(4) : $1.36 < y \leq 2.13$ D(5) : $y > 2.13$	
	Re-scaling	A=0 C=0.71	B=0.43 D=1
Commute	Variable	Bicycle-Pedestrian lane / Car lane	
	Model	$y = 1.86 - 0.12 * variable$	
	Criteria	A(1, 2, 3) : $y \leq 0.95$ B(4) : $0.95 < y \leq 1.63$ C(5) : $y > 1.63$	
	Re-scaling	A=0	B=0.6 C=1

‘보도, 차도와의 분리’와 ‘자전거 도로의 연결성’은 위에서 언급한 것처럼 순서형 프로빗 모형을 이용하여 각 만족도에 대한 한계값을 기준으로 서비스수준을 나누었다. 이 때 만족도를 5점 척도로 조사하였는데, 통근목적의 경우 가장 만족한다는 답변이 없었기 때문에 여가목적과 다르게 A, B, C 3가지의 기준으로 나누어 점수화 하였다.

〈Table 8〉 Evaluation Criteria of Density of Passenger or car near Bicycle lane

Density of Passenger or car near Bicycle lane				
Pedestrian	Variable	Pedestrian flow near Bicycle-pedestrian lane		
	Model	Score of Pedestrian flow investigated by [4]		
	Criteria	Score 1 to 5 from almost free to congesting		
	Re-scaling	1p=0	2p=0.25	3p=0.5
		4p=0.75	5p=1	
Car	Variable	Class of Road		
	Model	Results of [11]		
	Criteria	Minor Arterial Road : +40 Major Arterial Road : +18 Local Road : -30		
	Re-scaling	Minor =0	Major =0.52	Local =1

* Total Score : Average(Pedestrian, Car Score)

‘자전거 도로 근처 보행자, 차량 수’ 항목의 경우 각각 별도의 평가지표를 이용해서 구한 후 두 항목의 평균으로 점수화 하였다. 보행자 수는 기존 서울시의 자전거 도로의 보행자수를 점수화하여 나타낸 자료[16]를 이용하여 경로 내 구간거리에 가중 평균으로 점수를 부과하였고, 차량 수는 기존연구[9]에 따라 보조간선도로, 주간선도로, 국지도로 순의 선호를 반영하여 점수를 부과하였다.

〈Table 9〉 Evaluation Criteria of Slope of Bicycle lane

Slope of Bicycle lane				
Pedestrian	Variable	Slope angle and Slope distance		
	Model	Average LOS of Slope per each 1km section in path [15]		
	Re-scaling	A=0	B=0.2	C=0.4
		D=0.6	E=0.8	F=1
Criteria				

‘자전거 도로의 경사도’는 기존 연구[15]에서 종단경사도와 경사의 지속시간으로 구해진 서비스수준을 이용하여 자전거로 4분 동안 이동하는 거리인 1km를 기준 적용한 후 1km 이상의 경로에 대해서는 각 1km단위마다 구해진 서비스수준의 평균으로 점수를 부과하였다.

〈Table 10〉 Evaluation Criteria of Safety Parking space

Safety Parking space		
Variable	Parking Facilities of Origin or Destination	
Model	Appropriate Bicycle Parking Facilities Capacity[12]	
Criteria		
- Appropriateness of Total Parking Capacity		
$\frac{bicycle}{car} \times \frac{bicycle\ modal\ share\ rate}{car\ modal\ share\ rate} \times car\ parking\ space$		
Scale of Capacity is 동 단위, Weight=0.6		
- Appropriateness of Large-Scale Parking facilities		
$y = 1551.3e^{-0.238 \times 10^{-5}x}$, Weight=0.4		
$x = \text{Average user of subway station}$		
- Appropriateness of Parking facilities in subway station		
$y = 793.08e^{-0.238 \times 10^{-5}x}$, Weight=0.2		
$x = \text{Average user of subway station}$		
- Total Score : Weight × Ratio to Appropriate Capacity		
A=0.8 ≤ Total Score < 1		B=0.6 ≤ Total Score < 0.8
C=0.4 ≤ Total Score < 0.6		D=Total Score ≤ 0.4
Re-scaling	A=0	B=0.33
	C=0.66	D=1

‘안전한 자전거 주차장’의 경우 기존 적정 주차면수에 관한 연구를 참고하여 전체 적정 주차면수를 가장 큰 가중치로 하고, 여기에 추가적으로 대규모 자전거 주차장이나 지하철역내의 자전거 주차시설을 갖추고 있으면 가산점을 주는 형태로 하여 기준을 정하였다. 이는 총 적정주차면수를 만족하면 LOS B를 받을 수 있고, 여기에 추가시설에서 가중치를 얻으면 LOS A를 받게 한다. 총 점수는 각 항목별 가중치에 항목별 적정주차면수에 대한 비율의 곱을 더해서 구한다.

<Table 11> Evaluation Criteria of Distnace to Destination

Distance to destination		
Pedestrian	Variable	Commuting time
	Model	Results of Main Survey : Answer for Willingness to commute by bicycle
	Criteria	A : Commuting Time ≤ 20min B : Commuting Time ≤ 30min C : Commuting Time ≤ 40min D : Commuting Time > 40min
	Re-scaling	A=0 B=0.33 C=0.66 D=1

‘목적지까지 거리’는 설문응답자의 통근 용의시간과 현재 통근이용자의 평균 통근시간을 이용하여 기준을 선정하였다. 응답자의 평균 통근용의시간은 27분, 통근자의 평균통근시간은 32분으로 나타났으며, 둘의 평균을 서비스수준이 B가 되도록 기준을 잡고 4가지로 점수를 부과하였다.

V. 평가지표 사례적용 및 활용방안

1) 통근목적 사례적용



<Fig. 6> Example route of Commuting

본 연구에서 구해진 항목별 중요도와 평가지표를 어떻게 활용하는지 실제 예시 경로에 적용해보기 위해 서울대입구역에서 강남까지의 통근목적 예시 경로를 선정하였다.

<Table 12> Application to Commute route

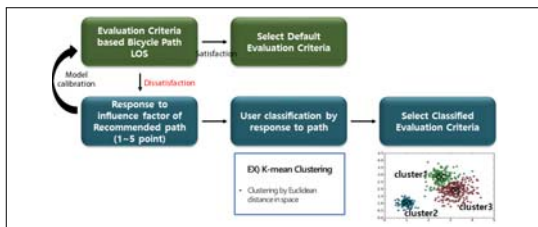
Application to between SNU and Gangnam			
① Separation Between bicycle lane and Walk or Car lane			
Variable	Bicycle – Pedestrian lane / Car lane		
Value	1.09	Score	C = 1
② Connectivity of Bicycle lane			
Variable	Bicycle – Pedestrian lane / Car lane		
Value	1.09	Score	C = 1
③ Density of Passenger or car near Bicycle lane			
Variable	Class of Road		
Value	Pedestrian	Car	
	5p : 75%	Minor A : 42%	
	3p : 25%	Major A : 58%	
Score	Score = 0.875 Score = 0.3		
Score	0.59		
④ Slope of Bicycle lane			
Variable	Slope and distance		
	Value	0~1km	
	1~2km	F	
	2~3km	D	
	3~4km	F	
	4~5km	F	
	5~6km	A	
	6~7km	E	
	7~8km	A	
Score	Average = 0.675		
⑤ Safety Parking space			
Variable	Appropriateness of Total Parking Capacity		
Value	$\frac{\text{bicycle}}{\text{car}} \times \frac{\text{bicycle modal share rate}}{\text{car modal share rate}} \times \text{car per}$		
	$= \frac{63,380}{241,867} \times \frac{1.36}{24.1} \times 20913 = 309\text{veh}$		
Score	Total Parking Capacity of Gangnam = 4,781		
Variable	Parking facilities in subway station		
Value	$y = 793.08e^{-0.238 \times 10^{-4}x} = 40.71$		
	Parking Capacity of Gangnam subway station = 55		
Score	0.6 + 0.2 = A → 0		
⑥ Distance to destination			
Variable	Commuting time		
Value	36min		
Score	C = 0.66		

Application to between SNU and Gangnam				
Total				
item	Score	Weight	LOS	Weighted Score
①	1	0.203	C(A-C)	0.203
②	1	0.167	C(A-C)	0.167
③	0.59	0.158	D(A-F)	0.093
④	0.675	0.136	D(A-F)	0.092
⑤	0	0.213	A(A-D)	0.000
⑥	0.66	0.123	C(A-D)	0.081
Total		1	D(A-F)	0.636

본 연구에서 선정된 평가지표와 GIS data를 이용하여 각 항목별 점수를 산출한 후 앞서 AHP기법으로 구해진 중요도를 곱해 서울대입구역에서 강남역으로 이동하는 통근목적의 경로에 대한 전체적인 서비스 수준을 산출하였다. 분석에 사용된 GIS data는 자전거보행자 겸용도로와 일반도로의 비율은 서울시 자전거 도로 지도[4], 경사도는 Google earth의 elevation profile[17], 안전한 주차장 자료들은 서울시 통계정보[16]를 참조하였고, 경로의 소요시간은 평균 속도를 15km/h로 산정하고 경로의 전체 길이를 이용해 구하였다. 해당 경로의 경우 일반도로의 비율이 상대적으로 많고, 경사도가 심해 주차시설이 우수함에도 전체 서비스수준은 D로 나타났다.

2) 만족도 피드백 적용 및 활용방안

응답자의 만족도를 바탕으로 선정된 평가지표는 향후 검색엔진이나 App과 같은 platform을 통해 이용자의 Feedback을 받고 이를 활용할 수 있다. 자전거 이용의 경우 개별성향에 영향을 많이 받기 때문에 위에서 제시한 평가지표를 기반으로 개별 이용자에게 특화된 정보를 제공할 수 있다면 이용률을 높일 수 있다.



〈Fig. 7〉 User feedback algorithm

기본 평가지표를 바탕으로 제시된 경로에 대한 이용자의 항목별 만족도 응답을 이용해 기본 평가지표를 강화하고, 유클리드 거리를 바탕으로 표본을 분류하는 K-mean clustering 기법을 이용해 유사성향 이용자를 분류해 집단별 평가지표를 제공한다면 이용자가 증가함에 따라 점점 더 제시된 모형의 효용이 증대될 것이다.

IV. 결 론

본 연구는 서울시의 대규모 자전거 기반시설의 확장에도 이용률이 다시 감소하고 있는 추세에서 현재 이용시설의 활용성을 높이기 위한 목적별 주행경로적정성 평가지표를 만드는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 사전조사를 통해 자전거 이용 만족도에 영향을 주는 핵심영향요인을 선정하고 이에 대한 목적별 항목별 중요도를 AHP기법을 통해 구하였고, 목적별로 차이가 큰 상위 세 항목은 별도의 설명변수를 이용한 모형을 만들어 분석하였으며, 목적별 차이가 크지 않은 항목에 대해선 목적특성을 반영하지 않은 기존 문헌의 평가지표에 경로 전체의 특성을 반영하기 위한 GIS data를 적용할 수 있게 개선하였다. 이에 대한 적용사례로 서울대입구역에서 강남역에 이르는 통근목적의 경로에 평가지표와 중요도를 적용하여 경로 전체의 서비스 수준을 평가하였고, 향후 만족도 피드백 및 적용방안에 대해서 제시하였다. 본 연구의 평가지표는 자전거 이용자에게는 경로에 대한 정보를 제공하여 만족도를 높이고, 운영자에게는 추후 목적별 이용률 향상을 위한 방향을 제시할 수 있다. 또한 구축되어 있는 서울시의 GIS data을 검색엔진, App 등의 platform과 연계하여 이용자 만족도 피드백을 반영하며 활용한다면 빠르게 상용화 되어 큰 효용을 가질 것이다.

한편 본 연구는 서울시 내의 자전거 기반시설에 대해서만 설문을 하였기 때문에 연구의 결과를 모든 지역에 일반화할 수 없다. 하지만 연구의 프로세스와 방법론은 일반화해서 사용될 수 있으며 지역별 설문의 결과를 반영한다면 타 지역에도 활용될 수 있다.

연구의 한계로는 전반적으로 표본이 부족하여 좀 더 많은 항목을 고려하지 못하였고, 평가지표 선정 과정에서 일부 항목에 대해서는 주관적인 판단이 들어갔기 때문에 추후 세부항목에 대한 심층적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 만족도 피드백 적용을 위해 항목별로 다른 차원의 만족도 조사에 대한 유클리드 거리정의방안 및 다른 클러스터링 방안, 효과적인 피드백적용을 위한 피드백설문 설계 방안 등에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

REFERENCES

- [1] Seoul Metropolitan Government(2013), *2nd Seoul Public transportation Planning(2012~2016)*, pp. 35-37.
- [2] Kim Y., Lee K. and Ahn K.(2008), "A study for impact of regional variable on bicycle commuting : Focused on the case of 25 autonomous districts of Seoul," *Urban Design*, vol. 30, pp.19-34.
- [3] The Korea Transport Institute Bicycle Portal, <http://bicycle.koti.re.kr/client/stats/1st.asp>, 2016.06.27.
- [4] Seoul Bike Homepage, <http://bike.seoul.go.kr>, 2014.12.15.
- [5] Naver Maps, <http://maps.naver.com>, 2014.12.15.
- [6] Jung C.(2012), "Analysis on the factors of bikeway use with AHP analysis," *Myongji University Master's Thesis*, pp.29-46.
- [7] Lee G., Rho J. and Kang K.(2009), "Development of Bicycle Level of Service Model from the User's Perspective Using Ordered Probit Model," *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 8, no. 2, pp. 108-117.
- [8] Won J. and Jin W.(2012), "A Development of the Evaluation Criteria for Bicycle's Facilities of Attending Work and School Trip," *Journal of The Korean Society of Civil Engineers*, vol. 32, no. 5D, pp.429-435.
- [9] Lee J.(2010), "Bicyclists' Behavioral Characteristics and Impacts on Route Choice Using Stated Preference Survey in Commuting Time," *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 28, no. 5, pp.77-87.
- [10] Park, Y.(2012), "Research on the bicycle transportation facilities and services for the activation of Alternative Urban transportation," *Chung-Ang University Master's Thesis*, pp.45-69.
- [11] Korea Development Institute(2000), *Multi-criteria analysis study for the feasibility study*, p.33-75.
- [12] AHP Excel Sheet, <http://yjhyjh.egloos.com/viewer/33525>, 2014.12.13.
- [13] Lee B., Kim B. and Cho Y.(2011), "A study on vulnerability assessment to climate change in regional fisheries of Korea," *The Journal of Fisheries Business Administration*, vol. 42, no. 1, pp.57-70.
- [14] Lee G. and Choe G.(2010), "A Bike Mode Share Estimation Model and Analysis of the Bike Demand Factor Effects," *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 28, no. 3, pp.145-155.
- [15] Cho H.(2010), "A Study on the Guideline for Level of Service by Vertical Grade for Bikeways," *Seoul Nat'l University Master's Thesis*. pp.44-56.
- [16] Seoul Traffic Portal, <http://traffic.seoul.go.kr>, 2014.12.15.
- [17] Google Earth, <http://earth.google.com>, 2014.12.17.

저자소개



김 의 진(Kim, Eui-Jin)
2016년~현재 : 서울대학교 건설환경공학부 석박통합과정
e-mail : kyjcw@snu.ac.kr



김 동 규(Kim, Dong-Kyu)
2006년 Seoul National University, Ph.D. (Transportation Engineering and Planning)
2014년~현재 : 서울대학교 건설환경공학부 조교수
2012년~2014년 : 서울대학교 건설환경공학부 연구부교수
2008년~2012년 : 서울대학교 건설환경공학부 BK21 조교수
2006년~2008년 : University of Illinois at Urbana-Champaign 방문연구조교수
e-mail : dongkyukim@snu.ac.kr