

보행만족도에 따른 보행서비스수준 지표개선 - 서울시 저층부 용도를 대상으로 -

문영기* · 김동준** · 한제현*** · 강준모****

Moon, Young-gi* · Kim, Dong-joon** · Han, Jei-hyun*** · Kang, Jun-mo****

A Study of Improvement on Pedestrian Level of Service by Pedestrian Satisfaction - Focused on Lower Floor Building Use in Seoul -

ABSTRACT

The main purpose of this study is to discriminate the pedestrian environment by simple calculation such as using the matrix from pedestrian level of service. However, the general use of pedestrian level of service cannot discriminate the environment of footpaths, especially in Seoul. Most of the passages in Seoul are showing level A, which means most passages are spacious, but pedestrians don't agree that passages are wide enough to walk. In conclusion, comparing the pedestrian level of service with pedestrian satisfaction in different circumstances such as use of building in lower floors. Test areas are 1,157 spots in Seoul. First, The new pedestrian level of service shows equally in all spots. Second, spots where the highest pedestrian satisfaction are mostly in level B or level C, thus planning the walkways in future, level B or level C is recommended in most cases.

Key words : Pedestrian level of service, Pedestrian satisfaction, Use of lower floor building, Rate of pedestrian flow

초록

본 연구에서는 현재 우리나라에서 보편적으로 활용되고 있는 보행서비스수준은 보행의 질과 환경을 평가하기에 변별력이 없다고 판단되어 보행 만족도를 연계하여 변별력 있는 기준으로 활용될 수 있도록 제안을 하였다. 공간적 범위는 서울시를 대상으로 1,157개 지점으로 선정하였으며, 선행연구 및 이론적 고찰을 통하여 보행과 관련된 지표를 선정하였다. 첫째, 개선된 보행서비스수준을 재분류한 결과 기존 A등급으로 치증되었던 결과와 달리 보행서비스수준이 전반적으로 고르게 분포되었다. 둘째, 개선된 보행서비스 수준 중 B등급과 C등급에서 보행만족도가 가장 높게 측정되었다. 이는 향후 보행로 계획 시 적정 물리적 시설이 충족되도록 설계하는 것이 적합하다고 판단된다. 셋째, 군집유형별로 개선된 보행 서비스수준을 보면 각 등급의 보행교통류율이 다르게 측정된 것을 알 수 있었다. 따라서 보행로계획 시 보행서비스수준을 측정할 때 주변 시설의 종류에 따라 개선된 보행서비스수준을 적용하는 것이 적합하다고 사료된다. 본 연구에서 제안한 개선된 보행서비스수준은 도시개발사업과 보행 계획에 있어 보다 현실적이고 변별력 있는 기준으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

검색어 : 보행서비스수준, 보행만족도, 저층부 용도, 보행교통류율

* 정희원 · 홍익대학교 도시계획학과 석사 (Hongik University · younggi8702@naver.com)

** 정희원 · 교신저자 · 홍익대학교 도시계획학과 박사과정 (Corresponding Author · Hongik University · imissyou1988@nate.com)

*** 홍익대학교 도시계획학과 박사과정 (Hongik University · hanjh@seoul.go.kr)

**** 홍익대학교 도시공학과 교수 (Hongik University · junmo@hongik.ac.kr)

Received September 20, 2018/ revised September 27, 2018/ accepted September 28, 2018

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

저탄소 및 녹색성장의 행보와 함께 보행에 대한 관심이 높아졌으며, 보행권과 관련된 정책 또한 다양해졌다. Kim(2008), Kim(2011), Jyeon(2014) 등 보행자의 이동 공간은 기본적으로 안전성, 편리성, 쾌적성 등이 보장되어야 한다고 설명하였다. 이와 같은 요소들이 기본적으로 보장받게 되면 가로는 사람들에게 무의식적으로 다양한 경험과 활동을 제공해주며 타인과의 접촉과 관계를 형성하는 공간을 제공해준다(Jacobs, 1995). 그만큼 보행은 단순한 이동수단이 아닌 사람들과 소통하는 도구이다. 또한 서울시 대표 비전 중 하나인 보행친화도시서울비전 정책을 2012년 12월에 발표하면서 가로환경에 대한 관심이 높아졌다. 서울시에서는 쾌적성, 편리성, 안전성, 이야기 있는 거리라는 4개의 주제를 갖고 광화문광장, 이태원, 신촌 등 유동인구가 많고 보행자시설이 개선될 필요성이 있는 곳을 대상으로 시범사업을 시행하였다. 하지만 여전히 서울시 대부분의 가로는 보도 폭이 협소하거나 미흡한 보차분리 등 보행의 안전성, 편리성, 쾌적성 등이 보장받지 못하고 있는 실정이다.

우리나라의 보행자시설과 관련된 기준들 중 하나인 보행서비스수준은 현재 국토해양부에서 제공하는 2013 도로용량편람 제 14장 보행자시설에 제시되어있다. 이는 미국의 도로용량편람의 보행서비스수준을 그대로 적용한 것이다. 현재 우리나라의 보행서비스수준은 보행자도로, 계단, 대기 공간, 그리고 횡단보도에 한해 서비스수준을 제시하고 있으며, 보행교통류율, 점유 공간, 밀도, 속도 등을 종합하여 서비스수준을 구분하였다. 단순히 보행자가 보행하는데 있어 효율성, 즉 보행의 자유도를 따져 제시한 것으로 보행자의 만족도에 대한 기준은 반영되지 않은 실정이다. 하지만 보행은 필수적 활동, 선택적 활동, 사회적 활동을 분류할 수 있고 옥외공간의 질이 양호하면 선택적 활동과 사회적 활동량이 증가하기 때문에 현재 보행서비스 수준의 산정 기준은 보행의 효율을 따질 수 없다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 서울시를 대상으로 건물 저층부의 용도에 따라 보행만족도 기반의 보행서비스 수준을 제시하고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 서울시 전체를 대상으로 한다. 시간적 범위로 서울시 유동인구 데이터의 가장 최근 자료인 2015년을 기준으로 1,427개 지점을 1차적으로 선정하여 연구를 진행하였다. 2차적으로 군집 분석을 실시하여 추려진 1,212개 지점 중 보행만족도 설문이 진행되지 않은 지점을 제외한 1,157개 지점을 최종 선정하여 분석하였다(Fig. 1 참고).

연구의 방법은 다음과 같다. 첫째, 선행연구 및 이론적 고찰을

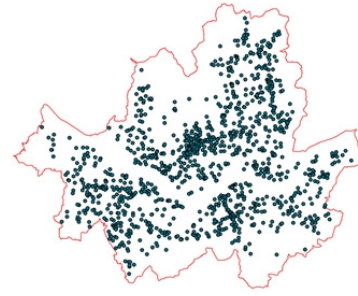


Fig. 1. Research Point

통하여 보행과 관련된 보행서비스수준, 보행환경에 대한 기존의 이론과 선행연구들을 살펴보았다. 둘째, 공공데이터포털에서 제공하는 GIS건물통합정보조회서비스와 건축데이터개방에서 제공하는 건축물대장 표제부 및 층별 개요를 취합하여 각 건물별 1층 용도를 조사하였다. 셋째, 자료조사와 분석범위 및 방법 설정으로 지점별 군집유형을 나누어 각 군집된 유형을 설명하고, 보행만족도 설문조사 및 보행서비스수준의 기준을 설정하였다. 선행연구를 검토하여 분석지표로 선정된 변수의 빈도수를 도출하여 본 연구에서 제시하는 보행만족도 기반의 보행서비스수준 비표를 검증하고자 한다. 넷째, 분석단계로 보행만족도와 보행서비스수준간의 상관관계를 분석하고자 하였으며 보행만족도에 따른 기준을 보정하기 위해 정규분포로 계산 후 표준화하여 분석하였다. 마지막으로 연구 결과에 대한 요약과 시사점을 도출하는 단계로, 연구 결과를 토대로 본 연구의 설계기준을 적용하여 사회와 개인에 주는 영향을 알아보고 실질적이고 정책적인 시사점을 도출하였다.

2. 이론적 고찰 및 선행연구 검토

2.1 보행서비스수준

보행서비스수준은 Fruin(1971)에 의해 처음 제안이 되었으며 1985년 미국의 도로용량편람(USHCM, United States Highway Capacity Manual)에 처음으로 제시되었다. 최초 미국의 도로 용량 편람은 1950년에 편찬되었으며 당시 자동차의 발전과 보급으로 도로의 효율에 대한 연구가 다수 진행되었다. 그는 보행자를 위한 연구를 진행하여 보행자의 보행효율성에 기반을 둔 보행서비스수준을 제시하였다. 이후 1985년 미국 도로용량편람에 보행자시설의 보행서비스수준이 제시되었으며 몇 번의 개정을 통해 현재까지 범용되고 있으며 우리나라 또한 도로용량편람에 미국의 보행서비스수준을 그대로 적용하고 있다.

최근 2013년에 개정된 우리나라 보행서비스수준은 일반적으로 보도, 계단, 신호횡단보도, 그리고 대기공간에 한해 제시되고 있다. 이러한 평가에 있어서 보행교통류율, 보행점유공간, 밀도 등의

Table 1. Pedestrian Walking Service Levels and Qualitative Description

Level of Service	Pedestrian flow rate (man/min/m)	Occupancy Space	Density	Speed	Explanation
A	≤ 20	≥ 3.3	≤ 0.3	≥ 75	A desired gait speed, and easy to walk past a person can choose freely.
B	≤ 32	≥ 2.0	≤ 0.5	≥ 72	It can maintain normal walking speed. Walking in the same direction will overtake others. In the opposite direction, there is a possibility of collision and a reduced walking speed.
C	≤ 46	≥ 1.4	≤ 0.7	≥ 69	Walking speed and overtaking speed are also reduced. It increases the probability that a collision will occur in the opposite direction. In order to avoid this, the speed of walking or direction of walking should be changed from time to time.
D	≤ 70	≥ 0.9	≤ 1.1	≥ 62	It is difficult to overtake, and most people have limited walking speed. In the case of opposite flows, a collision is inevitable and the degree of freedom is severely restricted.
E	≤ 106	≥ 0.38	≤ 2.6	≥ 40	Almost all pedestrians can't make the pace of walking. It is difficult to overtake a person and the stream of pedestrians stops intermittently. Conflicts are frequent in the opposite stream.
F	-	< 0.38	> 2.6	< 40	Pedestrian traffic flow is paralyzed and hardly moving.

etc: Jun, S. W.(2013), A Study on the Improvement Method of Level of Service Analysis for Pedestrian Sidewalk through Pedestrian Space, Quotation and reconstruction.

조건을 통해 수준을 나누며, 보행서비스수준 분석을 위해 보도폭, 유효보도폭, 보행교통량을 조사한다. 유효보도폭은 보행자가 이용 가능한 실제 보도폭으로 가로수, 전신주 등 보행에 방해로 주는 장애물들을 제외한다. 이러한 방식으로 보행교통류, 속도, 경로선택 등을 고려하여 서비스수준(LOS)을 설정하였으며, A등급부터 F등급까지 유형화하였다(Table 1참고).

대부분의 국내 선행연구는 보행서비스수준 측정방식의 개선 및 보행서비스수준과 가로환경간의 연관성에 대한 연구를 통해 보행서비스수준의 질을 향상시키는데 목적을 두고 있다. 이러한 연구들은 대부분 1992년 이후로 활발히 연구가 진행되었는데, 이는 대한민국 최초 도로용량편람이 제정된 해를 기점으로 진행된 것으로 사료된다.

Kim(1999)은 미국의 도로용량편람에 제시된 보행서비스수준 산출기준을 근간으로 국내 보행서비스수준이 A,C등급, 그리고 E등급인 지점을 선정하여, 보행자들이 느끼는 서비스수준과의 차이점을 설문 통해 비교 분석하고 개선된 A등급부터 F등급까지의 보행서비스수준을 제시하였다. Kim(2008)는 정량적 지표인 보행 서비스수준이 아닌 정성적인 변수를 고려한 보행서비스수준을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 해당 연구를 위해 각 서비스수준별 영상촬영 및 설문조사를 실시하여 실제 보행서비스수준과 도로용량편람에 제시된 보행서비스수준을 비교 분석하고 AHP 및 ANP분석을 통해 지표간 중요도를 검토 및 평가구조를 정립하였다. Kim and Lee(2012)는 기존 도로용량편람에 제시되어 있는 보행서비스수준이 일반화 되어있고 도로의 성질을 고려하지 않은 점을 지적하

며, 보행로를 유형화하여 적정분석의 단위시간을 산정하고 보행교통류 측정방식을 개선하는 방향을 제안하였다. Lee(2014)는 서울시 3개 도심의 상업가로 및 일반 상업가로를 대상으로 위계적 특성에 따라 상업가로의 활성화 영향요인을 가로의 물리적 환경에 관련한 요소에 중점을 두어 분석하였다. 대상지로는 도심권역, 강남권역 그리고 여의도 권역을 구분하여 분석하였다.

국의 연구로는 미국 도로용량편람이 1985년에 개정되면서 다수에 연구들이 활발하게 진행되었다. Abishiai(1983)는 보행서비스수준이 미국 도로용량편람에 도입되기 전 이스라엘 하이파의 상업지역을 대상으로 보행서비스수준을 산정하여 보행서비스수준의 기준이 적절한지에 대해 검토하였다. Prianka(1985)는 보행자시설을 대상으로 보행서비스수준을 적용할 수 있는지에 대한 연구를 진행하였으며 캐나다 알베르타주의 켈거리 중심상업지역의 보행자들을 대상으로 보행속도, 보행교통류 등을 측정하고 통행목적 설문하여 적절한 보행서비스수준을 찾고자 하였다. Yordphol(1989)는 태국 방콕을 대상으로 미국 보행서비스 수준이 적용될 수 있는지에 대해 연구하였다. Tan(2007)는 보행로의 위계에 따라 서비스 만족도를 설문조사하여 회귀모형을 착안하였다. 이를 통해 자전거 통행량, 유동인구, 차량통행량 등 보행에 부(-)의 영향을 주는 관계를 분석하였다. Nursyamsu(2011)는 인도네시아 자카르타와 태국 방콕을 대상으로 보행서비스수준에 있어 상호간의 관계를 다중회귀분석을 통하여 분석하였다. Jasmina(2012)는 안전성, 환경성, 안정성 등을 중심으로 보행서비스수준을 평가하고자 하였다. 보행환경요소들을 시뮬레이션을 통해 수치화하여 기존 모형을 개선하

였다. Lei(2013)은 비디오촬영과 직접관찰을 통해 보행상충요소들을 수집하여 보행서비스수준 분석을 실시하였다. 그리고 쾌적성, 보안성, 안전성을 중점으로 자전거점용도로에 적용할 수 있는 보행서비스수준을 분석하였다.

국내의 선행연구들을 검토한 결과 공통된 접근은 현재 범용되고 있는 보행서비스수준이 과연 어떤 환경에서든 적용이 가능한지를 보았다. 더 나아가 공통된 변수로 보행의 안전성, 쾌적성 그리고 편리성을 중점으로 연구가 진행되었다. 접근방법과 분석방법은 회귀분석, 공간구문론, AHP분석 등 다양한 방법으로 시도가 되었다. 하지만 여전히 개선된 지표보다는 기존 보행교통류들의 기준에서 벗어나지 못하고 있는 것이 한계이다.

2.2 보행환경

보행환경이란 교통 환경의 하위 개념으로 보행자가 이동하는 과정 속에서 그 주위를 둘러싸고 있는 물리적 또는 사회적 환경을 말한다(교통개발연구원, 2002). 보행환경과 관련된 법률로는 보행 안전 및 편의증진에 관한 법률, 도로교통법, 교통약자의 이동편의 증진법 등 보행자가 안전하고 편리하게 보행할 수 있는 쾌적한 환경을 조성하기 위해 제정하였다(Table 2참고).

보행환경과 관련된 대부분의 선행연구들은 보도의 효율성과 보행로의 가로환경이 보행자에게 어떠한 영향을 주는지 혹은 반대로 유동인구에 따라 어떻게 가로환경에 영향을 주는지 분석하였다.

Kim et al.(2002)는 일반 보행로를 대상으로 미국 도로용량편람의 서비스수준 적합성을 비교분석하였다. 일반적으로 보행교통류율과 대기공간의 밀도에 영향을 주는 보행환경을 분석하였다. Kim et al.(2002)는 계단과 보행자 대기공간의 기준을 국내와 국외를 비교한 연구로 차량의 통과형태 및 일방통행에 대한 서비스수준을 비교하였다. Lim et al.(2004)은 보행자도로 유형별로 토지이용에 따라 고려하며 보행서비스수준의 측정값을 비교하였다. Kim et al.

(2006)는 퍼지근사추론을 이용하여 보행서비스수준을 정성적으로 요인을 규명하였다. 해당 연구에서는 소음수준과 조명 등 보행자에게 있어 직간접적으로 영향을 줄 수 있는 환경에 대해 연구하였다. Kim and Choi(2006)는 토지이용, 보행환경 그리고 차량특성을 종합한 보행로 설계를 제안하였으며 보행서비스수준의 종합지표를 제시하였다. John et al.(2000)는 보행관련 시설, 즉 보행로와 횡단 보도의 수준별 체크리스트를 분석하였다. 외부공간에서의 보행서비스수준이 어떻게 적용되고 나타나는지에 대해 연구하였다. Bruce et al.(2001)는 기하구조와 교통조건, 그리고 접근성을 고려하여 서비스 평가 모형을 제시하였다. Shelia(2002)는 보행만족도에 영향을 주는 정성적인 항목을 제시하였다. 이는 보도의 쾌적성, 이동성, 연속성, 안정성 측면에서 항목들을 제시하였다. Thambiah et al.(2004)는 보행만족도에 영향을 주는 요소들에 관해 조사하여 변수들로 인한 요인들을 규명하였다. Jonathan et al.(2006)는 보행자 서비스수준모형을 비교한 연구로 정성적 및 정량적 평가지표를 종합적으로 고려하여 보행서비스수준을 해석하였다.

2.3 연구의 차별성

선행연구의 검토한 결과, 현재 우리나라 도로용량편람에 제시된 보행서비스수준은 우리나라에 적용하기 어렵다고 분석되었다. 따라서 기존 보행서비스수준의 기준이 아닌 새로운 기준을 정립해야 한다. 또한 보행자의 보행만족도는 미시적으로 많은 영향을 받지만 모든 용도지역에 적용하기 어렵다. 예를 들어 단독주택지와 공동주택지는 큰 차이가 있다. 하지만 보행자가 안전하게 보행가능한 단독주택지역에서는 대부분 존재하지 않으며, 미시적인 요소들인 벤치, 가로수 등이 보행만족도에 큰 영향을 주지 않기 때문이다.

마지막으로, 보행자가 느끼는 만족도는 지역민과 외국인인 느끼는 정도의 차이가 크다. 한 공간 안에서 지역민만을 대상으로 보행환경과 보행만족도를 조사하는 것은 전반적인 현상을 다 분석할

Table 2. Current Status of Pedestrian Environment and Pedestrian Space

Regulations	Outline
Pedestrian safety and the law on the promotion of convenience	Creating a comfortable walking environment such as safety and convenience of pedestrians and improving the quality of life for pedestrians
The traffic laws	Prevent and eliminate all traffic risks and obstacles on the road and ensure safe and smooth traffic for pedestrians
Adjustment of Transportation's convenience of getting around	Expansion of transportation facilities, passenger facilities, and road facilities for safe and convenient transportation for the vulnerable and improved walking environment
Law of road structure and facilities	Rules for securing effective width of sidewalks and using facilities for safe and convenient movement by pedestrians
Setup and management reporting guidelines	Guidelines for maintaining continuity and installation of facilities along the safety and routes of pedestrians
Exclusive pedestrian road planning and the Design Criteria guidelines	Improve safety and accessibility of pedestrians by separating pedestrians and vehicles

수 없다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 지역민만이 아닌 모든 사람들이 공통적으로 느끼는 보행만족도의 평균치를 측정하여 보행서비스수준과 보행환경간의 상관관계를 분석하였다.

3. 분석의 틀

3.1 분석 범위 설정

본 연구는 2015년도 서울특별시 유동인구 데이터를 기반으로 1,427개 지점을 선정하였다. 이어서 공공데이터포털에서 제공하는 GIS건물통합정보조회서비스 SHP파일을 받아 각 지점들의 조사지점으로부터 반경 100m의 건물들을 선정하였고, 시각적으로 방해받지 않은 건물들을 대상으로 관측한 결과 114,360개로 나타났다. 선정된 건물들의 1층 시설을 산정하기 위해 건축데이터개방에서 제공하는 층별 개요의 건축물대장 엑셀 파일을 받아 건물 정보를 SHP에 적용하였다.

해당 114,360개의 건물들의 용도는 건축법과 다르게 녹지, 필로티 구분용 화단이 추가되어 30종이다. 용도군은 교육 및 복지시설군, 근린생활시설군 등 9개이나 본 연구에서 주거 및 업무시설군을 세부적으로 구분지어 주거시설과 업무시설을 따로 조사하였다. 따라서 본 연구에서는 10개의 용도군으로 나누어 분석을 진행하였다.

건물 1층의 시설의 면적과 면적 비를 측정한 결과, 주거시설(1억 4천 8백만², 55%), 업무시설(4천 1백만², 15%), 근린생활시설(2천 4백만², 9%) 순으로 많았으며 본 연구에서는 각 용도의 군집을 측정하기 위해 면적비가 다소 적은 시설군을 제외하여 각 지점별 토지이용특성을 설명하고자 하였다. 이에 본 연구에서는 주거시설, 업무시설, 근린생활시설, 영업시설 위주로 토지이용 특성을 정의하였다.

3.2 분석 방법

3.2.1 보행서비스수준 및 보행만족도 분석방법 설정

본 연구에서는 기존 보행서비스수준 기존 측정 방법을 적용하였다(Fig. 2 참고). 보행서비스수준의 경우 2015년 서울시 유동인구 데이터에서 제공하는 시간대별 유동인구로 07~21시까지의 1시간 단위의 유동인구를 활용하였다. 또한 시간대별 유동인구 자료는 1시간단위이므로 산정식을 15분에 맞게 $V_{15} = \frac{1}{4} \times$ 유동인구로 환산하였다. 보행교통류율의 계산식은 다음 Fig. 2와 같다. 보행만족도의 경우 2015년 서울시 유동인구 정보 서비스에서 제공하는 속성조사 자료로 각 지점별 보행자 20명을 대상으로 보행만족도를 조사하였다. 설문조사 척도는 매우만족(2점), 약간만족(1점), 보통(0점), 약간불만족(-1점), 매우불만족(-2점)으로 설정하였다.

3.2.2 저층부 건축 용도별 유형분류

각 지점별 주용도 유형을 구분하기 위해 각 건물 1층의 용도별 연면적의 비율을 측정하고 SPSS의 K-평균법을 활용하여 유형을 나누었다. 군집분석을 통하여 면적비가 상대적으로 적은 유형들은 제거하여 Table 3과 같이 6개의 유형으로 분류가 되었다.

유형들은 업무시설 위주, 복합시설(근린생활시설, 업무시설, 주거시설), 영업시설 위주, 주거시설 위주, 근린생활시설 위주, 근린생활 및 주거시설로 나타났으며 해당 지점들은 Fig. 3과 같이 총

$$V_p = \frac{V_{15}}{15 W_E}$$

$$V_p = \text{Traffic Flow Rate (person/min/m)}$$

$$V_{15} = \frac{1}{4} \times \text{Floating Population}$$

$$W_E = \text{Sidewalk Width - Obstacle Width}$$

Fig. 2. Traffic Flow Rate Formula

Table 3. K- Cluster Analysis

Cluster of Facility	Commercial Facility	Business Facility	Operating Facility	Residential Facility	Describe the Community
Cluster 1 (n=144)	0.09	0.744	0.051	0.067	Work facilities are concentrated
Cluster 2 (n=185)	0.194	0.214	0.052	0.137	Complex facility group
Cluster 3 (n=82)	0.1	0.112	0.639	0.08	Majority of sales facilities group
Cluster 4 (n=290)	0.079	0.014	0.006	0.854	Housing group focus
Cluster 5 (n=166)	0.6	0.078	0.064	0.171	Neighborhood Living Facilities
Cluster 6 (n=345)	0.273	0.059	0.025	0.526	Neighborhood Living Facilities + Residential Facilities
F	546.572	949.88	777.178	1834.654	
P-value	0	0	0	0	

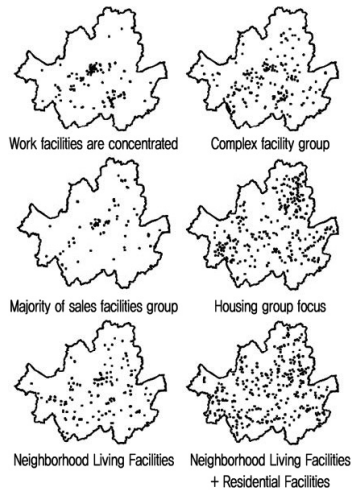


Fig. 3. Survey Point by Cluster Type

1,212개 지점으로 분석되었다. 복합시설, 주거시설, 근린생활시설, 근린생활시설 및 주거시설의 경우 전반적으로 고르게 분포하고 있다. 업무시설은 종로 일대, 당산역 일대, 강남역 일대가 주로 분포하고 있으며 영업시설은 명동과 노원구 일대를 주로 분포하고 있다.

3.2.3 분석 지표 설정

본 연구에서는 조사 및 분석에 앞서 선행연구에서 선정된 요인들을 대상으로 지표를 도출하고자 한다. 선정된 지표들을 개선된 보행서비스수준의 모형에 적용하여 새로운 모형을 검증하였다.

분석 지표의 빈도 측정은 보행서비스수준, 보행환경의 선행연구를 바탕으로 도출하였다.

보행서비스수준에서 빈도분석을 위해 검토한 선행연구는 12개로 반동인(2015, A), (2011, B), 전성욱(2016, C), 정태원(2013, D), 경기개발연구원(2008, E), 석정수(2010, F), 서울특별시(2013, G), T. Dan(2007, H), T. H. Huang(2007, I), Nursyamsu H.(2011, J), Jasmina B. T.(2012, K), Lei K.(2013, L)이다. 대부분의 요인들은 보행자가 직접 보거나 느낄 수 있는 가시적인 가로환경요소들이다. 다양한 요인들이 도출되었지만 공통적으로 보도폭, 보행량, 보행안전시설, 시설물 유지보수 등이 보행서비스수준에 영향을 주는 요인이라 기술하였다(Table 4 참고).

보행환경관련 선행연구는 총 8개로 이창희(2008, A), 장영주(2010, B), 김태호(2008, C), 김경환(2006, D), 임진경(2004, E), Soren(2007, F), Sisiopiku(2006, G), 이진곡(2010, H)로 정리하였다. 보행환경과 관련된 선행연구 또한 보행서비스수준에 관한 선행연구의 지표분석과 비슷하게 도출되었다. 하지만 보행환경이 보행자에게 주는 근본적인 요인들을 중점적으로 연구하여 질적인 요인 측면으로 지표의 빈도수가 높게 계측되었다(Table 5 참고).

다음과 같이 분석된 지표를 바탕으로 지표의 빈도를 정리하였다. 빈도가 높은 지표와 서울시 유동인구 데이터에서 측정이 가능한 지표들을 추가하여 보도폭, 가로수, 보행 안전시설, 보행량, 횡단보도, 도로폭, 버스 정류장, 지하철 출입구, 보차분리, 건축용도, 건물수, 장애물 너비, 건축물 용도, 경사도로 총 14개의 지표로 검증하였다.

Table 4. A Study on the Frequency of Pre - Research Indicators for Pedestrian Service Level

Index	Sum	A	B	C	E	E	F	G	H	I	J	K	L
Sidewalk Width	6	●	●		●			●		●			●
Pedestrian Volume	4	●		●	●				●				
Pedestrian Safety Facilities	4					●	●				●	●	
Facility Maintenance	4					●	●				●	●	
Continuity of the Report	3					●	●					●	
From Walking the Street	3	●			●								●
Automobile Traffic	3				●				●	●			
Kiosk	2	●									●		
Building Use	2	●											●
Walking Speed	2		●	●									
Bicycle Traffic	2								●				●
Street	1	●											
Gradient	1		●										
Stair	1		●										
Pedestrian Environment	1					●							

Table 5. Frequency Analysis of Pre - Research Indicators for Pedestrian Environment

Index	Sum	A	B	C	E	E	F	G	H
Street	6			●	●	●	●	●	●
Continuity of Information	6	●		●	●	●		●	●
Pedestrian Safety Facility	6		●	●	●	●		●	●
Light	6			●	●	●	●	●	●
Pedestrian Crossing Breadth	5			●	●	●	●	●	
Facility Maintenance	4			●		●	●		●
Automobile Traffic	4			●	●		●		●
Packing State	4			●		●	●	●	
The Crosswalk Signal Time Period	4	●		●		●		●	
Resting Facility	4				●	●	●	●	
Landscape	3			●			●	●	
Pedestrian Volume	3			●	●				●
Noise	3			●			●		●
Automobile Speed	3			●	●		●		
Sign	3			●	●	●			

Table 6. Average Walking Satisfaction Level by Cluster Type

Cluster of Facility	07H-11H	11H-14H	14H-17H	17H-20H
Commercial Facility	-0.59	-0.41	-0.38	-0.63
Residential Facility	-0.81	-0.61	-0.68	-0.62
Neighbourhood Living Facility	-0.45	-0.38	-0.58	-0.58
Business Facility	-0.63	-0.36	-0.38	-0.44
Complex Facility	-0.92	-0.74	-0.79	-0.63
Work Facility	-0.37	-0.49	-0.43	-0.38

4. 분석 및 해석

4.1 보행만족도

본 연구에서 최종적으로 분석한 지점은 1,212개 지점 중 설문조사가 진행된 1,157개 지점으로 간추렸다. 보행만족도에 대한 분류를 시간대별로 크게 출근시간대(07-11시), 점심시간대(11-14시), 일과시간대(14-17시), 퇴근시간대(17-20시)로 하였다. 평균 보행만족도를 분석한 결과, 출근시간대에 비해 퇴근시간대의 만족도가 조금 더 높은 것으로 나타났다. 이는 귀가하는 사람들이 대부분 만족도가 더 높았을 것으로 추측된다(Table 6 참고).

각 지점별로 20명의 보행자들을 대상으로 보행만족도에 대해 설문하였으며, 최하위 점수를 받은 3지점(동대문구 휘경동 일대, 노원구 월계동 일대, 양천구 신정동 일대)을 조사한 결과, 모두 보행자전용도로가 없었으며 대부분 자동차겸용도로로 보행자와 자동차간의 상충빈도가 다소 높은 지역들이다. 또한 주변에 보행자들이 흥미를 느낄 시설 또한 상대적으로 적으며 보행환경이 매우

열악한 것으로 조사되었다.

이외에도 보행만족도 하위 10%에 해당하는 116개 지점들을 조사한 결과 약 37% 이상이 보행자전용도로가 없거나 자동차와의 상충빈도가 높은 구조의 도로로 조사되었다. 반대로 상위 10%에 해당하는 지점들은 약 84% 이상이 보행자전용도로가 있었으며 자동차와의 상충빈도가 낮았다.

4.2 보행서비스수준

군집유형별 보행서비스수준(A-F등급)을 측정한 결과 다음과 같다(Table 7 참고). 우리나라의 보행서비스수준은 대부분 A등급이 많으며 특히 아침시간대는 약 80% 이상이 A등급으로 나타났다. 이러한 현상은 출근시간대에 서울 외곽지역에서 유입되는 인구가 덜 유입됨과 동시에 관광객, 상인의 활동시간이 아닌 점에서 사료된다. 점심시간대는 A등급이 약 70% 이상을 차지하고 퇴근시간대는 약 65% 이상을 차지하고 있다. 우리가 흔히 볼 수 있는 점심시간대와 퇴근시간대의 풍경과 분석된 보행서비스수준과 상이함이 나타났다.

Table 7. Pedestrian Service Levels by Cluster Types

Cluster		Commercial Facility	Residential Facility	Neighbourhood Living Facility	Business Facility	Complex Facility	Work Facility
The Rush Hour (07-11H)	A	299	259	126	104	153	59
	B	23	16	17	18	14	8
	C	6	7	11	8	6	9
	D	7	4	6	9	7	3
	E	4	3	4	3	2	1
	F	6	1	2	2	3	2
The Lunch Hour (11-14H)	A	295	260	104	96	140	44
	B	24	14	26	17	16	13
	C	9	7	20	9	12	5
	D	8	5	6	9	9	8
	E	4	1	5	7	6	3
	F	5	3	5	6	2	9
The Working Hour (14-17H)	A	270	214	123	100	140	60
	B	32	33	14	14	16	12
	C	15	14	9	14	8	4
	D	17	11	8	6	11	3
	E	7	8	8	4	5	0
	F	6	10	5	8	6	4
The Rush Hour (17-20H)	A	268	246	87	92	131	41
	B	29	21	22	18	18	6
	C	17	11	14	9	11	7
	D	15	5	19	10	9	9
	E	9	4	13	6	9	7
	F	7	3	11	9	7	12

4.3 상관관계 분석

본 연구에서 유동인구와 보행만족도, 보행서비스수준과 보행만족도, 1층 용도와 보행만족도간에 상관관계를 분석하였다. 첫째 유동인구와 보행만족도간의 상관관계를 분석하였다. 분석결과 보행만족도와 유동인구간의 상관관계는 전혀 없는 것으로 분석되었다. 근린생활 및 주거시설군은 327개 지점으로, 전체와 같이 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다. 이외에도 복합시설군, 업무시설군, 영업시설군, 주거시설군에서 또한 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 단순히 유동인구량에 따라서 보행만족도가 달라지는게 아니라는 것을 알 수 있었다.

둘째, 보행서비스수준과 보행만족도간의 상관관계를 분석하였다. 보행서비스수준은 A등급부터 F등급까지 모두 6개의 등급으로 나뉘어 있어 각 등급별로 점수화하여 보행만족도와 상관관계를 분석하였다. A (3점), B (2점), C (1점), D (-1점), E (-2점), F (-3점)로 점수화하였다. 분석결과 보행서비스수준과 보행만족도

또한 전반적으로 상관관계가 없는 것으로 분석되었다. 07-11시 사이에서 상관관계가 0.114로 다소 상관관계가 떨어지는 것으로 나타났다. 이외에 09-10시, 10-11시, 14-15시, 15-16시, 16-17시에 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다. 보행서비스수준의 경우 객관적인 물리적 지표로 측정되었으며 보행만족도는 시간대와 개인 기분에 따라 주관적으로 측정되었으므로 다소 상관관계가 없는 것으로 분석되었다.

셋째, 건물 1층 용도와 보행만족도간에 상관관계를 분석하였다. 단독주택시설로 0.064의 상관계수를 보인다. 11-14시에는 교정 및 군사시설(-0.076), 공장시설(-0.062), 그리고 운수시설(-0.060)로 모두 부(-)의 관계를 갖는다고 분석되었다. 시간대별로 보았을 때는 14-17시에는 단독주택시설(0.075), 공장시설(-0.067)로 분석되었으며 17-20시의 상관관계는 공동주택시설(-0.070), 교정 및 군사시설(-0.076), 그리고 운수시설(-0.064)로 분석되었다. 따라서 본 상관관계계수 또한 매우 낮아, 관계가 없다고 판단된다. 이 또한 객관적인

수치와 주관적인 수치로 상관관계가 없다는 것을 알 수 있었다.

여러 측면에서 상관관계를 분석한 결과 보행만족도와 다른 요인들 간의 상관관계가 없는 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구에서 보행만족도와 보행서비스수준의 상관관계를 분석하기 위해 정규분포와 표준정규분포를 이용하여 객관적인 수치와 주관적인 수치의 기준을 보정하여 다시 상관관계를 분석하고자 한다.

4.4 요소별 정규분포와 표준화

보행만족도의 정규분포는 전반적으로 고르게 나타나고 있으며 정규분포의 평균은 -0.19와 가깝게 보이고 있다. 이는 보행자들이 느끼는 보행만족도는 다소 부정적이라는 것으로 분석된다. 현재 보행서비스수준의 정규분포는 3.00에 쏠리는 그래프로 나왔으며 이는 현재 보행서비스수준이 A등급에 치우쳐져있어 이러한 현상이 나타난 것으로 분석되었다. 또한 보행교통류율의 정규분포는 보행서비스수준과 같이 한쪽으로 쏠리는 현상으로 나타났다. 보행교통류율의 경우 전반적으로 유동인구에 비해 보도 폭이 넓기 때문이다.

각 요소별 정규분포와 표준정규분포의 상관관계를 분석하기

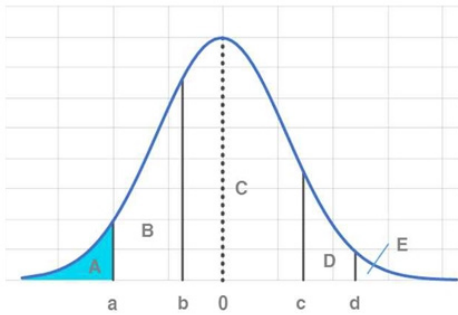


Fig. 4. Z Example of Classification Criteria

앞서 3가지 기준을 설정하였다(Fig. 4 참고). 첫째, 표준정규분포 상에서 z값을 균등하게 나누었다(이하, Z의 균등 분류). 둘째, 정규분포상에서 x축을 균등하게 나누었다(이하, 정규분포의 균등 분류). 셋째, 조사지점 1,157개 지점을 정확히 n등분으로 나누었다(이하, 조사된 값 개수의 균등 분류). 이러한 방식으로 6등분하여 분류군당 약 193개 지점을 일정하게 배분하였다.

앞서 정규분포와 표준정규분포의 분류 기준들을 각 분석 요소별로 적용이 가능한지 확인하였을 때 보행만족도는 Z의 균등분류와 정규분포의 균등분류를 적용할 수 있었으며, 기존 설문조사 방식은 총 5단계로(‘매우만족’부터 ‘매우불만족’까지) 나뉘어 있었지만, 보행서비스수준과 상관관계를 분석하기 위해 보행서비스수준의 6단계와 같이 더 세분화(‘보통’→‘약간만족’, ‘약간불만족’)하여 측정하였다. ‘매우만족’부터 ‘매우불만족’까지 해당하는 점수를 Z의 균등 분류에 적용하여 분류하였을 때, 171, 172, 237, 208, 192, 177개 지점으로 분류되었다. 그리고 정규분포의 균등 분류를 적용하여 분류하였을 때, 48, 270, 429, 208, 319, 50개 지점으로 분류되었다.

정규분포와 표준정규분포로 상관관계를 분석할때는 보행교통류율을 제외하고 보행서비스수준으로 분석하였다. 보행서비스수준은 조사된 값 개수의 균등 분류를 적용하여 분류하였다. 하지만, 일부 지점들에서 변별력이 없는 경우가 있어 표준정규분포의 Z값에 따라 차등 적용하여 분류하였다. 따라서 보행서비스수준 A부터 F까지 184, 193, 194, 202, 192, 그리고 192개 지점으로 분류하였으며, 보행교통류율은 A부터 F까지 2.2이하, 5.0이하, 8.0이하, 14.0이하, 29.0이하, 그리고 29.0초과로 분류할 수 있다.

4.5 정규분포와 표준정규분포의 상관관계 분석

앞에서 분석된 기준을 토대로 상관관계를 분석하였다(Table 8 참고). 보행만족도와 보행서비스수준의 상관관계는 보정 후에 상관

Table 8. Correlation Analysis between Pedestrian Satisfaction and Pedestrian Service Level

Separation		Pedestrian satisfaction level (Equal classification of Z)	Pedestrian satisfaction level (Equal classification of Normal distribution)	Pedestrian service level (Equal classification of the Number of values investigated)
Pedestrian satisfaction level (Equal classification of Z)	Pearson of correlation coefficient	1	-0.028	-0.97**
	P-value	.	0.338	0.001
	N	1157	1157	1157
Pedestrian satisfaction level (Equal classification of Normal distribution)	Pearson of correlation coefficient	-0.028	1	0.928**
	P-value	0.338	.	0.000
	N	1157	1157	1157
Pedestrian service level (Equal classification of the Number of values investigated)	Pearson of correlation coefficient	-0.97**	0.928**	1
	P-value	0.001	0.000	.
	N	1157	1157	1157

etc: **. The correlation is significant at level 0.01 (both sides).

관계가 높게 측정된 것을 알 수 있었다. 보행만족도에서 정규분포의 균등 분류와 보행서비스수준에서 조사된 값 개수의 균등 분류간의 상관관계가 0.928로 거의 일치한다고 나왔다. 하지만 Z의 균등 분류는 0.097로 거의 관계가 없는 것으로 분석되었다.

위와 같은 기준과 보정 방법으로 군집유형별 상관관계를 분석하였을 때 보행서비스수준이 약간의 차이를 보였다(Table 9참고). 주거시설군에서 보행서비스수준 A등급이 1.6 이하로 제일 작았으며 업무시설군에서는 4.5 이하로 제일 컸다. 주거시설이 밀집한 지역은 유동인구가 업무시설이 밀집한 지역에 비해 상대적으로 유동인구가 적기 때문에 이와 같은 분석결과가 나왔다. 하지만 업무시설군과 영업시설군을 비교하면 A등급에서는 업무시설군의 보행교통류율이 기준이 더 높았지만 F등급의 경우 영업시설군이 역전하여 69초과로 보행교통류율이 더 높게 분석되었다. 영업시설군에서는 대부분 관광객이나 타지에서 오는 사람들로 업무시설군에 비해서 보행서비스수준 F등급이 더 높게 측정된 것으로 분석된다.

본 연구에서 보정된 보행서비스수준과 주변 물리적환경과의 상관관계를 분석하여 검증하였을 때 대부분의 지표들이 상관관계가 유의한 수준으로 분석되었다. 또한 보정된 보행서비스수준을 서울시 조사지점 1,157개 지점에 재 적용하였을 때 전반적으로 보행서비스수준이 고르게 나타났다(Table 10 참고).

본 연구에서 제안한 보행서비스수준을 살펴본 결과 A등급과 F등급이 비슷한 보행만족도를 보이고 있다. A등급은 보행교통류율이 2.2이하로 보행하는데 경로선택이 매우 자유로운 특성을 갖고

있다. 그러나 보행만족도는 유동인구가 적어 보행이 편리한 이유와 주변 물리적 환경이 매우 열악함의 차이에 따라 '매우 만족한다'와 '매우 불만족한다'로 나타났다. F등급의 경우 보행교통류율이 29초과로 유동인구가 많은 관광명소와 업무시설이 밀집한 곳에서 주로 나타났다. 이는 주변 물리적 환경이 풍부한 이유와 많은 유동인구로 인한 제약이 발생함에 따라 '매우 만족한다'와 '매우 불만족한다'로 나타났다. B등급과 C등급은 보행교통류율이 A등급에 비해 유동인구가 많지만 보행만족도는 상대적으로 더 높게 나타났다. 이는 보행만족도에 영향을 주는 시설이나 요소들이 A등급에 비해 상대적으로 더 풍부하며 보행하는데 큰 제약이 없는 것으로 사료된다. D등급과 E등급은 F등급에 비해서 보행만족도가 높지만 B등급과 C등급에 비해서 보행만족도가 낮게 나타났다.

종합적으로 분석한 결과 보행서비스수준은 B등급과 C등급일 때 보행만족도가 가장 높게 나타났다. 이는 보행교통류율에 비해서 주변 물리시설의 다양성 및 횡갯거리의 유무에 영향을 미치는 것으로 분석된다.

개선된 군집유형별 보행만족도와 보행서비스수준간의 상관관계를 분석한 결과 모든 군집유형에서 상관관계가 매우 높게 측정되었다(Table 11 참고). 이를 통해 개선된 보행서비스수준을 서울시에 적용 가능한 것으로 나타났다.

5. 결론

본 연구에서 한정된 보행서비스수준을 보행만족도와 연계하여 변별력 있는 지표로 개선하였다. 우리나라의 경우 현재 보편적으로

Table 9. Average Walking Satisfaction Level by Cluster Type

Cluster	A	B	C	D
Commercial Facility & Residential Facility	≤2.2	≤4.6	≤7.5	≤11
Neighbourhood Living Facility	≤3.9	≤7.5	≤14.5	≤25
Complex Facility	≤2.8	≤5	≤9.9	≤16.5
Business Facility	≤4.5	≤9	≤12.5	≤19
Work Facility	≤4	≤9.5	≤18	≤35
Residential Facility	≤1.6	≤2.8	≤5	≤8

Table 10. Pedestrian Service Level Point Before and After Indicator Improvement

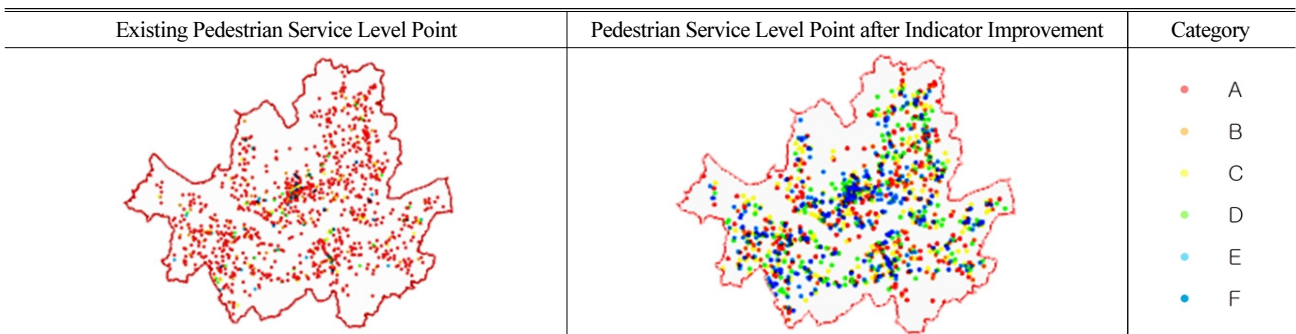


Table 11. Correlation Analysis between Pedestrian Satisfaction and Pedestrian Service Level by Cluster Types

Separation		Correlation Figures Investigated
Commercial Facility & Residential Facility	Pearson of Correlation coefficient pearson	0.879**
	P-value	0.000
	N	327
Neighbourhood Living Facility	Pearson of Correlation coefficient pearson	0.913**
	P-value	0.000
	N	160
Complex Facility	Pearson of Correlation coefficient pearson	0.871**
	P-value	0.000
	N	177
Business Facility	Pearson of Correlation coefficient pearson	0.902**
	P-value	0.000
	N	134
Work Facility	Pearson of Correlation coefficient pearson	0.913**
	P-value	0.000
	N	77
Residential Facility	Pearson of Correlation coefficient pearson	0.869**
	P-value	0.000
	N	282

활용되고 있는 보행서비스수준 기준으로 측정할 때 다소 변별력이 없다. 따라서 보행서비스수준의 기준을 조정하기 위해 정규분포와 표준정규분포를 통해 상관관계를 분석하였고 상관관계가 높게 분석된 지표를 본 연구에서는 검증을 통해 보행서비스수준 기준을 제시하였다. 또한 검증을 통해 제안한 보행서비스수준의 적용가능성이 꽤 큰 것으로 나타났다.

지표에 대한 세부내용으로 첫째, 본 연구에서 제시하는 보행서비스수준을 우리나라에 적용할 때 보다 변별력 있고 향후 보행로 계획 시 보행의 교통흐름만이 아닌 보행만족도 또한 고려해야 한다. 보행만족도를 높임으로써 필수적 활동뿐만 아니라 선택적 활동과 사회적 활동이 증가하여 녹색성장 및 경제를 동시에 향상시킬 수 있을 거라 예상된다.

둘째, 기존 보행서비스수준이 보행교통류에만 국한되어 보행 서비스수준을 측정하였지만, 보행만족도라는 관점에서 접근하였기에 상황에 따라 보행로 계획을 제안할 수 있다. 본 연구에서는 보행서비스수준이 B등급과 C등급일 때 보행만족도가 가장 높게 나타났으며, 향후 보행로 계획 시 이러한 등급에서 충족하도록 설계하는 것이 적합하다고 판단된다. 즉, 보행자들이 흥밋거리를 유발할 수 있는 적정 물리적 시설이 필요하다.

셋째, 개선된 보행서비스수준을 보면, 각 군집유형별로 보행교통류율이 약간의 차이를 보였다. 특히 주거시설군과 근린생활 및 주거 시설군에서는 유동인구가 업무시설군과 영업시설군에 비해 상대적으로 적어 보행교통류율이 차이가 난다. 따라서 보행로 계획을 위해서는 군집유형별로 보행서비스수준을 측정 하는게 옳다고 사료된다.

본 연구의 한계점으로는 보행만족도를 기반으로 보행서비스수준을 분류한다는 목적으로 접근하였기 때문에 계절, 주변 물리적

환경, 날씨, 시간, 등 다양한 변수를 고려하지 못하였다. 또한 자료구득의 한계 상 서울시를 적용 공간범위로 제한하였으나, 향후 다양한 지역의 자료 확보 시 정량적인 분석을 통해 우리나라에 적용 가능한 보행서비스수준 지표를 개선할 수 있을 것이다.

감사의 글

이 연구는 홍익대학교 학술연구진흥비의 지원으로 수행되었으며, 2018년 홍익대학교 석사학위논문으로 발표한 논문을 수정·보완하였습니다.

References

Abishiai, P., Joseph, L. S. and Ariela, U. (1983). "Pedestrian flow and level of service." *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 109, pp. 46-56.

Allan, B. J. (1995). *Great streets*, Revised edition, MIT Press Ltd, Cambridge.

Architectural Data (2017). Available at: <http://open.eais.go.kr/> (Accessed: March 2, 2017).

Ban, D. I. (2015). *A study of improving standards for evaluating pedestrian level of service : focusing on the commercial walkway of Seoul*, Master Thesis, University of Hanyang (in Korean).

Bruce W. L., Aicp P. E., Venkat R. V. and Martin G. (2014). "Modeling the roadside walking environment: pedestrian level of service." *Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1773, pp. 82-88.

Gyeonggi Research Institute (2008). *Pedestrian environment satisfaction study* (in Korean).

Huang, T. H. and Chiun, C. J. (2007). "Modeling level of service on pedestrian environment." *The 7th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 6, pp. 226-236.

Jang, Y. J. (2010). *The study on assessment of walking environment*

- using conjoint analysis, Master Thesis, University of Myongji (in Korean).
- Jasmina, B. T. and Marija, M. T. (2012). "Contribution to sidewalk pedestrian level of service analysis." *Journal of Transport Problems*, Vol. 7, pp. 5-13.
- John, M., Jeremy, B. and Nicholas, C. (2014). "Calibrating pedestrian level of service metrics with 3D visualization." *Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1705, pp. 9-15.
- Jonathan, B. and Virginia, P. S. (2006). "Comparison of level of service methodologies for pedestrian sidewalks." Transportation Research Board 85th Annual Meeting Conference.
- Jyeon, S. W. (2014). "A study on the improvement method of level of service analysis for pedestrian sidewalk through pedestrian space." Master Thesis, University of Myongji (in Korean).
- Jyeon, S. W. and Son, Y. T. (2016). "A study on the improvement method of level of service analysis for pedestrian sidewalk through pedestrian space." *Journal of Korea Transportation Research Society*, Vol. 34, No. 2, pp. 168-179 (in Korean).
- Jyeong, T. W. (2013). *A study on the evaluation of pedestrian level of service in shared space based on pedestrian safety*, Master Thesis, University of Gachon (in Korean).
- Kim, D. J. and Lee, Y. Y. (2012). "A study on assessment method for level of service of pedestrian road types." *Journal of Korea Transportation Research Society*, Vol. 2012, No. 1, pp. 636-641 (in Korean).
- Kim, J. H., Oh, Y. T., Son, Y. T. and Park, W. S. (2002). "A study on estimating level-of-service for pedestrian facilities." *Journal of Korea Transportation Research Society*, Vol. 20, No. 1, pp. 149-156 (in Korean).
- Kim, K. H., Park, S. H. and Kim, D. H. (2006). "Estimating the Level-Of-Service for Walkways by Using Fuzzy Approximate Reasoning." *Journal of Korea Transportation Research Society*, Vol. 26, No. 2, pp. 241-250 (in Korean).
- Kim, K. H. (1999). "Evaluation criteria of the walkway level-of-service in Korea." *Journal of Korea Transportation Research Society*, Vol. 44, No. 3, pp. 31-46 (in Korean).
- Kim, K. Y., Kim, H. C. and Oh, S. H. (2002). "Characteristic analysis of pedestrian behavior on local street in residential area." *Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 22, No. 2, pp. 197-205 (in Korean).
- Kim, K. Y., Park, S. H. and Kim, D. H. (2006). "Estimating the level-of-service for walkways by using fuzzy approximate reasoning." *Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 26, No. 2, pp. 241-250 (in Korean).
- Kim, S. M. (2008). *The study on the level of service standard evaluation with the walkway through the pedestrian conflicting analysis*, Master Thesis, University of Seoul (in Korean).
- Kim, S. M. (2011). *The Study on the Level of Service Standard Evaluation with the Walkway through the Pedestrian Conflicting Analysis*, Master Thesis, University of Seoul (in Korean).
- Kim, T. H. (2008). *A development of evaluation criteria for the network-wide pedestrian quality of service toward sustainable pedestrian environment*, Ph.D. Dissertation, University of Hanyang (in Korean).
- Kim, T. H. (2008). *A development of evaluation criteria for the network-wide pedestrian quality of service toward sustainable pedestrian environment*, Ph.D. Dissertation, University of Hanyang (in Korean).
- Kim, Y. S. and Choi, J. S. (2006). "A balanced approach to the planning and design of urban streets." *Journal of Korea Transportation Research Society*, Vol. 24, No. 6, pp. 55-64 (in Korean).
- Lee, C. H. (2007). *Improvement for pedestrian environment of older pedestrians*, Master Thesis, University of Hanbat (in Korean).
- Lee, J. A. (2014). *The effect of street and block structure on street vitalization : focused on the commercial streets in Seoul*, Ph.D. Dissertation, University of Hanyang (in Korean).
- Lee, J. K. (2010). *Evaluation of vehicle & Ped. environments in urban streets using grey system theory*, Ph.D. Dissertation, University of Myongji (in Korean).
- Lei, K., Yingge, X. and Fred, L. M. (2013). "Statistical analysis of pedestrian perceptions of sidewalk level of service in the presence of bicycles." *Journal of Transportation Research PartA: Policy and Practice*, Vol. 53, pp. 10-21.
- Lim, J. K., Shin, H. S. and Kim, H. C. (2004). "New Pedestrian Level of Service by Trip Purpose and Walkway Function." *Journal of Korea Transportation Research Society*, Vol. 24, No. 5, pp. 723-728 (in Korean).
- Lim, J. K. and Kim, H. C. (2003). "New pedestrian level of service by trip purpose and walkway function." *Journal of Korea Transportation Research Society*, Vol. 24, No. 5, pp. 1-6 (in Korean).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2017). *Building code* (in Korean).
- National legal information center (2017). Available at: <http://www.law.go.kr/main.html/> (Accessed: March 2, 2017).
- Nursyamsu, H., Kasem, C. and Kunihiko, K. (2011). "Pedestrian level of service model incorporating pedestrian perception for sidewalk with vendor activities." *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 9, pp. 1012-1023.
- Prianka, N. S. (1985). "Level of service on pedestrian facilities." *Journal of Transportation Quarterly*, Vol. 39, pp. 109-123.
- Public Data (2017). Available at: <http://www.data.go.kr/> (Accessed: March 2, 2017).
- Seoul Metropolitan City (a) (2017). Available at: <http://data.seoul.go.kr/> (Accessed: March 2, 2017).
- Seoul Metropolitan City (b) (2017). Available at: <http://stat.seoul.go.kr/jsp3/index.jsp/> (Accessed: March 2, 2017).
- Seoul Metropolitan City (c) (2017). Available at: <http://www.seoul.go.kr/main/index.html/> (Accessed: March 2, 2017).
- Seoul Metropolitan Government (2013). *2012 Seoul Floating population survey* (in Korean).
- Sisiopiku, V. P. (2006). "Comparison of level of service methodologies for pedestrian sidewalks." Transportation Research Board.
- Soren, U. J. (2007). "Pedestrian and bicyclist level of service on roadway segments." The Bicycle Transportation Committee.
- Suck, J. S. (2010). "Study on assessment models for the pedestrian environment level." The Incheon Institute (in Korean).
- Tan D., Wang W., Lu J. and Bian Y. (2007). "Research on methods of assessing pedestrian level of service for sidewalk." *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, Vol. 7, pp. 74-79.
- The Office of Legislation (2017). Available at: <http://www.moleg.go.kr/main.html/> (Accessed: March 2, 2017).
- Yordphol, T. and Jocelyn, A. G. (1989). "Level of service standards for pedestrian facilities in bangkok: a case study." *Journal of ITE*, Vol. 59, pp. 39-41.