

구조방정식을 이용한 신도시 보행자 서비스 질 평가지표 개발

- 분당 신도시를 대상으로 -

신해미* · 김태호** · 정광섭*** · 원제무****

A Development of Service Quality Evaluation Models for Pedestrians in Newtown Using Structural Equation Modeling

- A Case of Bundang New Town -

Hae-Mi Shin* · Tae-Ho Kim** · Kwang-Seop Jeong*** · Jai-Mu Won****

요약 : 신도시는 기존도시들과 공간적, 사회·경제적 독립성을 가지고 있다고 말할 수 있으며, 사회가 성장함에 따라 보행에 대한 관심은 점차 고조되고 있다. 그러나 이러한 사회적 관심에도 불구하고 신도시 보행자 서비스 기준은 기존의 지표들을 이용하고 있는 것이 현실이다. 따라서 본 연구의 목적은 기존도시가 가지는 한계점을 인식하고, 신도시의 보행자들이 받을 수 있는 다양한 인자들을 정성적 측면과 토지이용별 특성을 함께 고려해 규명하여 신도시 계획 시 보행자의 지속가능성을 증대시켜줄 수 있는 기초자료의 제시와 신도시 보행자 서비스 평가를 위한 기초자료 제시에 있다. 본 연구를 수행함에 있어서 보행자 서비스 관련 기존문헌을 고찰하여 정성적 평가지표를 도출하고, 도출된 독립변수들을 5가지 지표(안전성, 쾌적성, 접근성 등)로 분류한다. 다음으로 1차 전문가 설문을 통하여 설문 항목 적정성을 검토한 후, 실제 분당 신도시를 대상으로 토지이용별(주거, 상업/업무) 이용자 설문조사를 실시하였다. 수집 데이터를 바탕으로 의사결정나무법(CART), 신뢰성분석, 상관분석, 요인분석을 통해 평가항목의 적절성 및 신뢰성을 검증한 후, 총 15개의 가설을 설정하고, 모든 변수들 간의 복잡한 인과관계를 규명하기 위하여 구조방정식 모형을 개발하여 가설검정 후 결론을 도출하였다. 분석의 결과 신도시의 건설 시 주거지역의 경우 편리성과 쾌적성, 상업/업무지역의 경우 연속성과 접근성의 개선이 필요할 것으로 판단되며, 5가지 요인들은 서로 양의 관계를 나타내므로 각 세부변수들을 서로 연계한 설계를 이룬다면 더욱 질이 높은 보행자 서비스를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

주제어 : 신도시, 보행자 서비스 질, 토지이용, 구조방정식모형

ABSTRACT : New town is independent from established towns in the aspect of space, society and economy. As society develops, the interest on the matter of pedestrian's walking is also growing. However, despite of increased interest, the standard of new town's walking service is based on the existing index. The purpose of this study is to recognize the limit of the established towns and closely examine various factors that affect on new town's pedestrians in the quantitative and qualitative aspects as well as characteristics determined by land's use. Also this research is aimed to provide the basic

* 한양대학교 도시대학원 석사과정(Master Course Student, Graduate School of Urban Studies, Hanyang University)

** 한국도로공사 도로교통연구원 박사후연구원(Post Doctor Researcher, Expressway & Transportation Research Institute, Korea Expressway Corporation), Corresponding Author(E-mail: traffix@hanmail.net, Tel: 031-371-3399)

*** 한양대학교 도시대학원 박사과정(Ph.D. Student, Graduate School of Urban Studies, Hanyang University)

**** 한양대학교 도시대학원 교수(Professor, Graduate School of Urban Studies, Hanyang University)

material for service evaluation on pedestrian service in order to increase the possibility of pedestrian's continuity. For the study, quantitative and qualitative evaluation index are deduced from the previous researches on pedestrian service. Deduced individual index are divided in 5 indexes like safety, comfortableness and accessibility. First, item's suitability was checked by making a survey of experts. Then a survey of users by land use (residence, commerce/business) was conducted in Bundang new town. Based on the collected data, evaluation item's suitability and reliability were checked using cart analysis, reliability analysis, correlation analysis and factor analysis. Total 15 hypotheses were established. In order to examine the complicated causation among all factors, structural equation model was developed and the conclusion was drawn after verification.

Key Words : new town, pedestrian's service quality, land use, structural equation modeling

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라에서 1980년대 후반부터 시작된 수도권 규모의 신도시¹⁾ 개발은 현재에도 지속적으로 계획, 건설 중에 있다. 또한, 신도시 건설시 여전히 자동차 통행위주의 가로망 계획에 집중하고 있어, 보행자를 고려한 가로망 계획은 미흡하다 할 수 있다. 이러한 여건하에서도, 최근 서울시를 중심으로 다양한 보행환경 개선사업(걷고 싶은 보도 만들기, 한강 르네상스 프로젝트 등)을 시행하려는 움직임이 있으나, 기존도시가 가지는 한계가 있어 개선효과가 크지 않다 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 기존도시가 가지는 한계점을 인식하고 신도시를 건설할 경우 사전에 보행자들이 영향을 받을 수 있는 다양한 인자를 규명하여 자동차의 통행만을 고

려하는 도로계획이 아닌 보행자의 지속가능성을 증대시켜줄 수 있는 평가지표의 기초자료를 제시하는 것이 목적이다. 또한, 신도시의 보행자 영향인자를 규명하기 위해서는 현재 국내 보행자 서비스수준에 적용하고 있는 도로용량편람(Korea Highway Capacity Manual: K.H.C.M)과 같이 정량적인 지표만을 고려해서는 다소 무리가 있다 판단되며, 정성적 지표(안전성, 쾌적성, 접근성 등)를 충분히 고려하여야 된다고 판단된다. 따라서 본 연구는 신도시 보행자 서비스 평가를 위한 기초자료 작성을 위해 정성적인 평가지표 도입 및 토지이용별 특성과 함께 신도시 보행자의 영향요인을 규명하고 시사점을 제공하는 것이 목적이다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 대표적인 1기 신도시인 분당지역의

1) 신도시와 기존도시와의 차이점을 제시하기 위하여 다양한 국내의 학자들이 주장하는 의견을 검토 제시하였음(신해미, 2009: p.1에서 재구성함).
 [1] 광의의 개념: 임강원(1989)은 자연 발생적인 형성과정을 거쳐 성장한 도시가 아닌, 의도적이고 계획한 목적에 의하여 건설된 도시를 의미함.
 [2] 협의의 개념: 장세운(1995)은 대도시 주변의 계획도시 가운데 기존의 도시들과 공간적으로나 사회·경제적으로 독립성을 유지하면서, 독자적인 정치·경제·사회활동이 이루어지는 자족형 도시와 대도시에 대항해서 새로운 거점 지역으로 개발하려는 지역거점 도시(RGC: Regional Growth Center)만으로 한정함. 로드윈(L. Rodwin)교수는 신도시 개발의 목적은 대도시의 혼잡구제를 위해 개발 또는 건설되어야 만이 신도시로서의 목적을 달성할 수 있다고 함. 이러한 도시의 형성과정의 차이를 바탕으로 신도시의 경우 계획적 요소(정성적 요인)가 상당부분 보장 반영되어야 한다는 전제를 기초로 연구를 진행함.

역세권을 대상으로 정하였으며, 자세한 연구의 방법은 다음과 같다.

첫째, 보행자 서비스수준에 관련된 선행연구 고찰을 수행하여 연구에 대한 착안점 및 세부 측정지표를 도출한다.

둘째, 선행연구의 측정지표를 바탕으로 전문가 설문조사를 수행하여 최종적으로 사용할 요인을 5가지(안전성, 쾌적성, 접근성, 편리성, 연속성)로 종합한다.

셋째, 연구의 대상지역인 분당의 보행자를 대상으로 서비스수준 설문조사를 실시한다.

넷째, 조사된 자료를 이용하여 신뢰성분석(Reliability Analysis), 상관분석(Correlation Analysis), 요인분석(Factor Analysis)을 통해 평가항목의 적절성 및 신뢰성을 검증한다.

다섯째, 보행자와 같이 인간의 경우 의사결정시 복잡하고 다양한 요인을 종합적으로 고려하며, 이러한 분석을 위해 구조방정식모형을 개발하여 신도시 보행자 영향인자를 규명한다.

II. 선행연구 검토 및 시사점

1. 선행연구 검토 결과

보행자 서비스 관련 선행연구를 검토한 결과, 대부분의 연구가 기존도시(보도, 횡단보도)를 대상으로 진행되어 신도시에 대한 연구가 필요한 것으로 나타났다. 선행연구 검토결과를 종합한 결과는 <표 1>과 같다.

2. 선행연구의 한계점

선행 연구의 한계점을 기초로 하여 다음과 같

은 착안점을 도출하였다.

첫째, 연구대상 범위의 확대를 토대로 한 실질적 개선방안의 적용이 불가능한 기존도시와 관련된 연구가 대부분이다. 따라서 본 연구에서는 신도시로 그 범위를 확대하여 향후 신도시 계획단계에 반영할 수 있는 평가지표를 개발하고자 한다.

둘째, 보행자 서비스 질 영향인자와 관련된 한계점으로서, 최근 일부 연구(김태호, 2008)에서 정성적인 보행 영향인자를 고려하고 있으나, 신도시 계획단계에서 평가하기에는 다소 무리가 있다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 신도시의 보행환경을 반영할 수 있는 정성적인 지표를 도입하고자 한다.

지금까지의 한계점을 바탕으로 보완된 연구를 진행하여 시사점을 제시한다.

III. 변수선정결과

1. 측정지표 선정을 위한 조사 및 결과

본 연구에서 사용할 분석 자료는 안전성, 쾌적성, 접근성, 편리성, 연속성으로 5개의 부문에 총 25개로 구성하였으며, 기존 서비스 평가 항목과 향후 고려될 서비스 평가 항목을 종합화하여 각각의 항목별로 재정리하였다. 1차 선정된 평가항목을 토대로 최종 평가지표 선정을 위한 전문가 설문조사를 실시하였다. 전문가 설문은 설문에 있어서 평가 항목에 대한 정확성 및 신뢰성을 최대한 확보하기 위하여 대학원 석사과정 10명과 박사과정 5명을 대상으로 예비설문조사(Pilot Survey)를 실시한 후, 이 과정에서 나타난 설문조사 내용의 문제점을 수정·보완하여 최종설문지를 작성하였다.

이렇게 작성된 최종설문지를 토대로 전문가 설문조사를 실시하였으며, 설문조사는 학계(석사이

〈표 1〉 선행연구 검토결과 종합

연구자 (연도)	연구의 대상	변수(variable, MOE)		신도시 (반영여부)	연구의 세부내용
		대분류	세부변수		
남궁민 (1999)	보행자전용 도로	정량적 정성적	보도 폭, 보행의 장애요소, 공공 편의 시설, 안내시설, 보도의 바닥포장, 노 접상의 수 등	○	보행환경의 일반현황과 보행자공간의 이용형태에 대한 비교분석
건설교통부 (2001)	일반보도 횡단보도 (신호기)	정량적	보행류율(인/분/m), 보행자지체(초/인)	×	미국도로용량편람을 토대로 보도, 신 호횡단보도의 서비스수준 분석 방법론 제시
김원태 (2001)	광장 일반보도 횡단보도	정성적	쾌적성, 편리성, 안전성, 연속성, 활동 성, 공공성, 접근성	○	전문가를 대상으로(행정,실무) 신도시 보행공간의 물리적 규제요소에 대한 비교연구
김태호 외 (2002)	횡단보도 (잔여신호기)	정량적 정성적	안전성(%), 범위반율(%), 쾌적성(m/sec)	×	잔여신호기 설치전과 후에 대한 시행 효과분석을 위한 연구임.
김건영 외 (2002)	이면도로	정량적	보행자 굴곡도비(최단거리/보행거리)	△	이면도로의 보행태에 관한 연구임.
임현식 (2002)	광장 일반보도 횡단보도	정량적	건축물 용도, 보행량, 도로폭 등	×	Space Syntax를 이용한 보행공간 분 석모형 제시
임진경 외 (2004)	일반보도 (토지이용)	정량적	보행류율(인/분/m), 밀도(인/m ²), 속 도(m/sec), 점유공간(m ² /인)	×	보행자도로 유형별 특성을 고려한 보 행자 서비스수준 방법론 제시
김경환 (2006)	일반보도	정성적	편리성, 소음, 환경, 보호성 등	×	퍼지근사추론을 이용한 보행자 서비스 수준 방법론 제시
김태호 (2008)	일반보도 횡단보도	정량적 정성적	보행교통류, 보행정보 보도이용행태 및 기하구조, 보도유지관리, 보행경관 보행신호운영	×	계층분석법을 이용한 기존도시 보행자 서비스 질 영향인자를 규명한 연구임.
김태호 외 (2008)	일반보도 횡단보도	정량적 정성적	보행교통류, 보행정보 보도이용행태, 보도 기하구조, 보도유지관리, 보행경 관 보행신호운영	×	네트워크분석법을 이용하여 보행자 서 비스 질 통합지표를 개발 및 사례연구 를 수행함.
Miller et al. (2000)	일반보도	정량적	시설물(기하구조 : 보도, 횡단보도), 장애인, 조명) 등에 관한 Check List	×	보행관련 시설(보도, 횡단보도)의 수준 별 Check List를 통해 분석한 연구임.
Jaskiewicz (2000)	일반보도	정성적	보도폭원, 여유 공간, 차량속도, 노상 주차율을 포함한 건축 변수	×	Check List의 건축 관련 변수를 중심 으로 평가하는 연구이며, 건축개념이 강함.
Landis et al. (2002)	일반보도	정량적	보도폭, 연석, 여유 공간, 차로폭, 노상 주차정도, 교통량, 중차량 구성비, 접 근정도 등	×	보행만족도(중속)에 영향을 주는 기 하구조, 교통조건, 접근강도를 고려한 서비스 평가 모형을 제시한 연구임.
Shaker (2003)	일반보도	정량적 정성적	보도의 연속성 및 포장, 속도, 교통약 자 안락감, 보행환경(대기, 소음) 등에 관한 Check List	×	보행만족도에 영향을 주는 정성적인 항목을 Check List 형태로 제공한 연 구임.
Muraleetharan (2004, 2005)	횡단보도 (일반신호)	정량적	보도폭원, 보행류율, 장애물수준, 보행지 체, 자전거상충, 횡단시설, 회전교통량	×	정량적인 지표에 대한 설문조사를 실 시하여 User Score와 정량적인 변수들 의 영향관계를 규명한 연구임.
Australian Method (2006)	일반보도	정량적 정성적	보도폭원, 포장상태, 장애물수, 횡단기 회, 연결성, 안전성, 보행량	×	보행만족도 Check List에 가중치를 이 용하여 종합점수를 산정한 연구방법 제시함.
Danish Road Administration (2007)	일반보도	정량적	교통량, 차량속도, 보도폭원 및 포장, 정류장, 주차대수 등	×	덴마크의 보행자 서비스수준 모형을 개발한 연구이나 복잡하여 현실적용이 떨어짐.

상), 전문연구기관, 공무원, 기타 관련 엔지니어 회사에 종사하는 전문가를 대상으로 하였다. 조사 방법은 가능한 개별면접을 통해 설문조사의 취지 및 목적을 설명한 후 설문조사를 수행하였다. 전문가 설문지의 구성은 크게 세 가지 부분으로 구성하였으며, 그 내용은 <표 2>와 같다.

<표 2> 전문가 설문지의 구성

구성요소	내용	
인적사항	성별, 나이, 직업	
설문항목	평가항목	안전성, 쾌적성, 접근성, 편리성, 연속성
	측정지표	각 평가항목별 세부항목(세부항목별 중요도 구분)
추가적인 변수 고려항목	<ul style="list-style-type: none"> · 전문가가 추가적으로 필요하다고 생각되어지는 평가항목 및 세부항목 · 전문가가 적절하지 않다고 생각되어지는 평가항목 및 세부항목의 삭제(개방형 질문형태로 구성) 	

전문가 조사 설문지 배포수 및 회수율은 <표 3>과 같다.

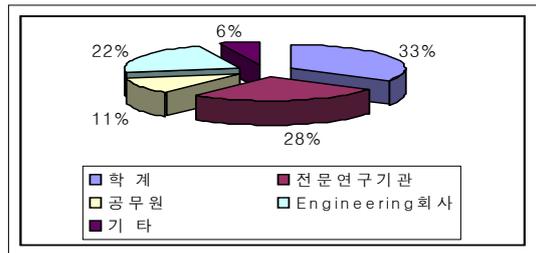
최종적으로 신도시 보행자 서비스 질 영향인자 규명을 위한 평가항목을 선정하였으며, 결과는 <표 4>와 같다.

2. 조사 자료의 신뢰성 분석

본 연구와 같이 설문지를 바탕으로 하는 분석에서는 조사에 대한 신뢰성이 중요하다. 따라서 신뢰성 분석을 토지이용별로 세분화하여 시행하였다. 분석결과 0.6이상으로 신뢰성이 있는 조사자료인 것으로 나타났다.

<표 3> 설문지 배포수 및 회수율

구분	배포 설문지수	회수 설문지수	회수율 (%)
학계	30	28	93
전문연구기관	25	20	80
공무원	10	8	80
Engineering 회사	20	17	85
기타	5	3	60
합계	90	76	84



<표 4> 선행연구고찰 및 전문가설문을 통한 평가지표 종합결과

구분	측정지표
안전성	<ul style="list-style-type: none"> · 보행 신호시간 적절성 · 차량경계시설 · 비보행자 범규준수 정도 · 가로등 밝기정도 · 횡단시설 설치정도 · 차량 진출입구 위치 적정성
쾌적성	<ul style="list-style-type: none"> · 보도의 청결상태, 보도의 주변경관 · 가로수의 상태 · 보도의 기하구조 설치정도 · 보도주변 소음수준, 보도의 바닥포장
접근성	<ul style="list-style-type: none"> · 건물 진출입구 위치 · 대중교통(버스, 지하철) 정류장의 위치 · 정류장에서 목적지까지의 거리 · 건물진출입구 보행자턱 높이정도 · 대중교통 접근 노선의 다양화
편리성	<ul style="list-style-type: none"> · 보도주변 판매시설의 수 · 광장 및 휴게시설의 수 · 보도의 공공 편의시설 · 보행 안내시설
연속성	<ul style="list-style-type: none"> · 교차구간 연속적 차라정도 · 보도주변의 개발상태 · 보행의 방해물 정도 · 타 보행자와의 상충정도

<표 5> 신뢰성 분석결과 종합표

구분	Cronbach's Alpha	판단기준
주거지역	0.913	0.6 이상인 경우 (신뢰성 있음)
상업/업무지역	0.877	

3. 측정지표의 1차 인과관계 검증

본 설문조사의 독립변수와 이를 대표하는 요인들에 대하여 1차 인과관계 검증을 위하여 상관분석을 실시하였는데, 전반적인 상관계수 값이 0.4 이상으로 나타나 측정지표와 개념적인 항목 간에는 상관관계가 존재하는 것으로 나타났다.

〈표 6〉 주거지역 상관분석 결과(예시)

평가항목	측정지표	상관계수
안전성	횡단보도의 보행 신호시간 적절성	0.637
	가로등 설치 및 밝기정도	0.542
	차량 경계 시설	0.668
	도로횡단 시설의 설치정도	0.337
	비보행자(운전자) 법규준수 정도	0.550
	차량 진출입구의 위치 적정성	0.510
쾌적성	보도의 청결 및 정리상태	0.325
	보도의 기하구조(폭, 연석 등) 설치정도	0.480
	보도의 경관	0.655
	보도주변 소음수준	0.400
	가로수의 설치 및 유지상태	0.368
접근성	보도의 바닥포장	0.640
	건물진출입의 보행자턱 높이정도	0.257
	건물의 출입구 위치	0.386
	대중교통(버스, 지하철)정류장의 위치	0.729
	정류장에서 목적지까지의 거리	0.426
편리성	접근 노선의 다양화	0.688
	보도주변 판매시설의 수	0.749
	보도의 공공 편의시설	0.875
	보행안내시설	0.831
	공개공간(휴게시설, 공원, 광장 등)	0.372
연속성	교차구간 처리	0.700
	보행의 장애요소	0.433
	보도주변의 개발상태	0.357
	다른 보행자와의 상충정도	0.766

4. 측정지표의 신뢰성 검증 및 종합화

측정지표의 신뢰성 검증 및 종합화를 위해 요인 분석을 이용하였다. 요인분석은 다변량 분석방법의 하나로 변수들 간의 다중공선성이 높은 경우 변수들 간에 서로 의미가 비슷한 변수들끼리 묶어서 영향인자 규명을 위한 연구에서 세부평가지표와 영향인자(항목)간 관계의 타당성을 설명할 때 일반적으로 사용되는 방법이다. 요인분석 결과 평가

〈표 7〉 주거지역 요인분석 결과(예시)

평가항목	측정지표	요인 적재량	요인 설명력(%)
안전성	보행 신호시간 적절성	.832	69.73
	가로등 밝기정도	.786	
	차량경계시설	.727	
	횡단시설 설치정도	.846	
	비보행자 법규준수 정도	.813	
	차량 진출입구 위치 적정성	.740	
쾌적성	보도의 청결상태	.762	66.38
	보도의 기하구조 설치정도	.861	
	보도의 주변경관	.842	
	보도주변 소음수준	.712	
	가로수의 상태	.815	
접근성	보도의 바닥포장	.878	78.41
	건물의 진출입구 위치	.885	
	건물진출입구 보행자턱 높이정도	.819	
	대중교통(버스, 지하철)정류장의 위치	.714	
	대중교통 접근 노선의 다양화	.777	
편리성	정류장에서 목적지까지의 거리	.855	74.32
	보도주변 판매시설의 수	.840	
	보도의 공공 편의시설	.880	
	보행안내시설	.854	
	광장 및 휴게시설의 수	.702	
연속성	교차구간 연속적 처리정도	.849	63.205
	보행의 방해물 정도	.755	
	보도주변의 개발상태	.792	
	타 행자와의 상충정도	.868	

항목들내의 측정지표들이 분류된 평가항목으로 묶여 측정지표의 분류가 신뢰성이 있다고 나타났다.

5. 다중공선성 검토

다중공선성을 검토하기 위해 전체 서비스 만족

도를 종속변수로 하고 나머지 변수들을 독립변수로 하여 다중회귀 분석을 실시하였다. 분석결과 평가항목들에 대한 다중공선성 검토결과는 분산 팽창계수(VIF)가 10이하, 공차한계(Tolerance Limit)는 0.1이상으로 평가항목들 간에 다중공선성이 없는 것으로 나타났다.

〈표 8〉 주거지역 다중공선성 결과(예시)

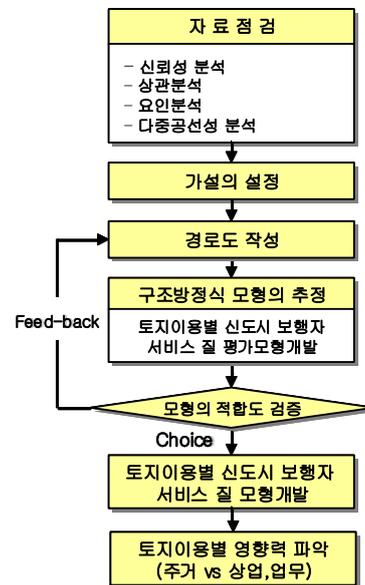
평가항목	측정지표	다중공선성 통계량	
		TOL	VIF
안전성	보행 신호시간 적절성	.654	1.530
	가로등 밝기정도	.656	1.525
	차량경계시설	.687	1.455
	횡단시설 설치정도	.693	1.444
	비보행자 범규준수 정도	.652	1.534
	차량 진출입구 위치 적정성	.790	1.265
쾌적성	보도의 청결상태	.557	1.796
	보도의 기하구조 설치정도	.476	2.101
	보도의 주변경관	.339	2.949
	보도주변 소음수준	.727	1.375
	가로수의 상태	.538	1.857
	보도의 바닥포장	.275	3.637
접근성	건물의 진출입구 위치	.339	2.946
	건물진출입구 보행자턱 높이정도	.372	2.691
	대중교통(버스, 지하철)정류장의 위치	.636	1.571
	대중교통 접근 노선의 다양화	.447	2.235
편리성	정류장에서 목적지까지의 거리	.807	1.240
	보도주변 판매시설의 수	.468	2.137
	보도의 공공 편의시설	.399	2.506
	보행안내시설	.491	2.037
연속성	광장 및 휴게시설의 수	.806	1.241
	교차구간 연속적 처리정도	.539	1.854
	보행의 방해물 정도	.724	1.381
	보도주변의 개발상태	.973	1.028
타 행자와의 상충정도	.515	1.942	

IV. 신도시 보행자 서비스 질 인과구조모형개발 및 검증

1. 모형의 검증절차 및 흐름

구조방정식 분석을 위해 AMOS²⁾를 이용하여 모형을 구축한다.

모형구축은 앞서의 설문조사 자료검검시 통계적으로 유의한 변수들을 위주로 작성하였다.



〈그림 1〉 구조방정식 모형개발의 흐름도

2) SIMPLIS(SIMPLE LISREL)은 기존의 구조방정식을 분석하는 LISREL 8.0에 언어가 추가된 것이 특징적으로 화면상에 경로도(Path diagram)작성이 가능하며, 이 경로도 상에서 모델의 수정을 위해 경로의 추가 삭제에 의한 모델의 재추정이 가능하다(배병렬, 2004: 25).

<표 9> 주거지역 모형검증결과와 종합표 판정결과

대표 적합지수	권장수용수준	결과치
χ^2 -value	χ^2 통계표의 임계치	342.64
적합도지수 GFI(Goodness-of-fit)	0.90 이상이면 적합도 양호	0.91
수정적합도 지수 AGFI(adjusted-of-fit index)	0.90 이상이면 적합도 양호	0.88
잔차제곱평균의 제곱근 RMR(root-mean-square residual)	< 0.05면 양호	0.03
근사오차제곱평균의 제곱근 RMSEA	< 0.05면 양호	0.022
비교적합도지수 CFI(comparitive fit index)	0.90 이상이면 적합도 양호	0.93

본 모형에서는 표본크기가 435정도로 충분히 큼으로 모형의 적합도에서 χ^2 통계량에 의한 판단은 일단유보하고 타 적합도 기준들을 바탕으로 모형을 판단하였으며, 그 결과 AGFI(수정적합도지수)는 기준 값보다 작지만 거의 기준 값에 근접해 있고 나머지 다른 값들이 양호하게 도출되어 모형의 적합도는 유의하다고 판단할 수 있다.

(3) 주거지역의 모형개발 및 결과

주거지역의 신도시 보행자 서비스 질의 영향인자 평가모형에 영향을 미치는 잠재변수별 경로계수 t값은 95% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타났으며, 잠재변수와 측정변수의 경로계수의 t값 또한 95% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타났다.

모형의 결과 안전성에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 차량경계시설(0.67)이며 쾌적성에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 보도의 주변경관(0.90), 접근성에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 건물진출입구 보행자 턱의 높이정도(0.89)로 나타났다. 이러한 원인은 주거지역의 낮 시간대에 보도를 이용하는 보행자들은 약자(어린이, 노인 등)

<표 10> 주거지역 모형검증결과와 종합표 판정결과

평가항목	측정변수	경로계수		t값	순위
		비표준화	표준화		
안전성	횡단보도의 보행 신호시간 적절성	1.000	0.31		5
	가로등 설치 및 밝기정도	1.774	0.43	3.137	4
	차량 경계 시설	2.618	0.67	3.562	1
	도로횡단 시설의 설치정도	2.082	0.60	3.480	2
	비보행자 법규준수 정도	2.679	0.60	3.489	
쾌적성	차량 진출입구 위치 적정성	1.754	0.50	3.322	3
	보도의 청결상태	0.875	0.63	8.323	5
	보도의 기하구조 설치정도	0.812	0.64	8.382	4
	보도의 주변경관	1.601	0.90	11.983	1
	보도주변 소음수준	0.412	0.37	4.789	6
접근성	가로수의 상태	1.000	0.73		3
	보도의 바닥포장	1.603	0.89	11.854	2
	건물의 진출입구 위치	1.278	0.81	13.573	2
	건물진출입구 보행자턱 높이 정도	1.000	0.89		1
	대중교통(버스, 지하철)정류장의 위치	0.909	0.60	8.352	4
편리성	대중교통 접근 노선의 다양화	0.511	0.76	4.491	3
	정류장에서 목적지까지의 거리	1.172	0.34	11.134	5
	보도주변 판매시설의 수	1.547	0.78	8.023	2
	보도의 공공 편의시설	1.369	0.64	7.025	3
	보행안내시설	1.474	0.84	8.430	1
연속성	광장 및 휴게시설의 수	1.000	0.61		4
	교차구간 연속적 처리정도	1.000	0.69		2
	보행의 방해물 정도	0.751	0.57	6.919	4
	보도주변의 개발상태	1.326	0.73	8.664	1
	타 보행자와의 상충정도	1.028	0.60	7.264	3
종합만족도	안전성	0.48	0.42	2.234	5
	쾌적성	0.47	0.80	3.874	2
	접근성	0.78	0.76	2.775	3
	편리성	0.52	0.89	3.126	1
	연속성	0.05	0.66	3.090	4

가 주를 이루기 때문에 건물로의 진출입을 원활하게 지원해줄 수 있는 턱의 높이가 적절한지에 대

한 부분이 접근성에 많은 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 또한, 편리성에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 보행안내시설(0.84), 연속성에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 보도주변의 개발상태(0.73)로 나타났으며, 종합만족도에 영향을 미치는 요인은 편리성(0.89) > 쾌적성(0.80) > 접근성(0.76) > 연속성(0.66) > 안전성(0.42)의 순으로 나타났다.

〈표 11〉 주거지역 모형검증결과와 종합표 판정결과

평가경로	경로계수		t값
	비표준화	표준화	
안전성 ↔ 쾌적성	0.236	0.61	5.224
안전성 ↔ 접근성	0.083	0.28	2.346
안전성 ↔ 편리성	0.041	0.25	2.087
안전성 ↔ 연속성	0.081	0.46	2.844
쾌적성 ↔ 접근성	0.313	0.49	4.896
쾌적성 ↔ 편리성	0.200	0.56	4.781
쾌적성 ↔ 연속성	0.236	0.62	5.224
접근성 ↔ 편리성	0.463	0.83	5.854
접근성 ↔ 연속성	0.481	0.80	6.170
편리성 ↔ 연속성	0.255	0.76	5.281

각 잠재변수들 간에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 접근성과 편리성간의 미치는 영향이 0.83으로 가장 컸으며, 이는 접근성의 요인들 중 대중교통관련 요인들과 편리성의 보행안내시설 요인들간의 영향이 큰 것으로 간주된다. 또한 2위인 접근성과 연속성(0.80)간의 영향이 큰 것은 연속성이 좋아지면 접근이 용이하기 때문인 것으로 판단된다.

2) 상업지역 결과분석

(1) 상업/업무지역의 모형결과 검증

구조방정식 모델에 따른 상업/업무지역의 신도시 보행자 서비스 질의 영향인자 평가모형의 적합

도 판정결과는 〈표 12〉와 같다.

〈표 12〉 상업/업무지역의 모형검증결과

대표 적합지수	권장수용수준	결과치
χ^2 -value	χ^2 통계표의 임계치	457.45
적합도지수 GFI(Goodness-of-fit)	0.90 이상이면 적합도 양호	0.89
수정적합도 지수 AGFI(adjusted-of-fit index)	0.90 이상이면 적합도 양호	0.91
잔차제곱평균의 제곱근 RMR(root-mean-square residual)	< 0.05면 양호	0.018
근사오차제곱평균의 제곱근 RMSEA	< 0.05면 양호	0.026
비교적합도지수 CFI(comparitive fit index)	0.90 이상이면 적합도 양호	0.90

본 모형에서는 표본크기가 435정도로 충분히 큼으로 모형의 적합도에서 χ^2 통계량에 의한 판단은 일단유보하고 타 적합도 기준들을 바탕으로 모형을 판단하였으며, 그 결과 GFI(수정적합도지수)는 기준 값보다 작지만 거의 기준 값에 근접해 있고 나머지 다른 값들이 양호하게 도출되어 모형의 적합도는 유의하다고 판단할 수 있다.

(2) 상업/업무지역의 서비스 질 모형 결과 분석

상업/업무지역의 신도시 보행자 서비스 질의 영향인자 평가모형에 영향을 미치는 잠재변수별 경로계수 t값은 95% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타났다. 잠재변수와 측정변수의 경로계수의 t값 또한 95% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타났다.

모형의 결과 안전성에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 가로등 설치 및 밝기정도(0.71)이며 쾌적성에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 가로수의 상태(0.84), 접근성에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 대중교통 접근 노선의 다양화(0.84), 편리성

〈표 13〉 상업/업무지역의 모형검증결과

평가항목	측정변수	경로계수		t값	순위
		비표준화	표준화		
안전성	횡단보도의 보행 신호시간 적절성	1.000	0.41		4
	가로등 설치 및 밝기정도	2.351	0.71	3.795	1
	차량 경계 시설	0.680	0.24	2.384	6
	도로횡단 시설의 설치정도	1.846	0.58	4.191	2
	비보행자 법규준수 정도	1.280	0.37	3.116	5
쾌적성	차량 진출입구 위치 적정성	1.518	0.57	3.845	3
	보도의 청결상태	1.000	0.53		5
	보도의 기하구조 설치정도	0.889	0.60	5.981	4
	보도의 주변경관	1.163	0.65	4.897	3
	보도주변 소음수준	0.554	0.36	3.617	6
접근성	가로수의 상태	0.939	0.84	6.771	1
	보도의 바닥포장	1.286	0.71	5.316	2
	건물의 진출입구 위치	0.653	0.54	5.480	4
	건물진출입구 보행자턱 높이 정도	0.627	0.50	5.419	5
	대중교통(버스, 지하철) 정류장의 위치	1.061	0.77	7.510	2
편리성	대중교통 접근 노선의 다양화	1.000	0.85		1
	정류장에서 목적지까지의 거리	1.162	0.64	9.172	3
	보도주변 판매시설의 수	1.000	0.80		1
	보도의 공공 편의시설	1.027	0.65	8.195	3
	보행안내시설	0.594	0.69	8.619	2
연속성	광장 및 휴게시설의 수	0.829	0.44	7.453	4
	교차구간 연속적 처리정도	0.897	0.69	7.909	2
	보행의 방해물 정도	0.896	0.46	5.404	4
	보도주변의 개발상태	1.240	0.85	9.129	1
종합만족도	타 보행자와의 상충정도	1.000	0.67		3
	안전성	0.47	0.07	2.320	5
	쾌적성	0.78	0.11	2.436	4
	접근성	0.14	0.16	2.348	2
	편리성	0.15	0.14	2.882	3
연속성	0.40	0.17	2.889	1	

에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 보도주변 판매시설의 수(0.80), 연속성에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 보도주변의 개발상태(0.85)로 나타났으며, 종합만족도에 영향을 미치는 요인은 연속성(0.17) > 접근성(0.16) > 편리성(0.14) > 쾌적성(0.44) > 안전성(0.07)의 순으로 나타났다.

〈표 14〉 상업/업무지역의 모형검증결과

평가경로	경로계수		t값	P
	비표준화	표준화		
안전성 ↔ 쾌적성	0.067	0.33	2.620	0.037
안전성 ↔ 접근성	0.086	0.33	2.712	0.039
안전성 ↔ 편리성	0.001	0.01	2.037	***
안전성 ↔ 연속성	0.045	0.01	2.303	***
쾌적성 ↔ 접근성	0.148	0.20	2.105	0.004
쾌적성 ↔ 편리성	0.089	0.12	1.984	***
쾌적성 ↔ 연속성	0.275	0.57	4.335	0.001
접근성 ↔ 편리성	0.627	0.67	5.361	0.001
접근성 ↔ 연속성	0.397	0.64	4.981	***
편리성 ↔ 연속성	0.649	0.76	5.862	***

각 잠재변수들 간에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 편리성과 연속성간의 미치는 영향이 0.76으로 가장 컸으며, 이는 연속성의 가장 큰 영향을 미치는 보도주변의 개발 상태에 따라 편리성의 광장 및 휴게시설이나 공공 편의시설이용의 관계가 있다고 판단된다. 또한 2위인 접근성과 편리성(0.67)간의 영향이 큰 것은 주거지역의 결과와 마찬가지로 연속성이 좋아지면 접근이 용이하기 때문인 것으로 판단된다.

4. 모형의 결과해석 종합

구조방정식 모형의 결과로써 토지이용별 만족도에 영향을 미치는 중요요인 순위를 도출하였다.

〈표 15〉 상업/업무지역의 모형검증결과⁴⁾

순위	상업/업무지역	주거지역
1	연속성	편리성
2	접근성	쾌적성
3	편리성	접근성
4	쾌적성	연속성
5	안전성	안전성

모형의 결과 토지이용별로 보행자가 느끼는 만족도에는 차이가 있는 것으로 나타났다. 주거지역에 편리성, 쾌적성의 영향이 높은 이유는 보행 이동량이 상업/업무지역에 비해서 적고, 상주기간이 길며, 쾌적하고 편리한 생활을 추구하는 보행자들의 특성이 반영된 것으로 판단된다. 또한 상업/업무지역에 연속성, 접근성의 영향이 높은 이유는 보행 이동량이 주거지역에 비해서 많고, 쾌적하고 편리한 환경보다는 접근이 편하고 보행의 방해 없이 연속적인 보행환경을 원하는 보행자들의 특성이 반영되었다고 판단된다.

또한 안전성의 순위가 두 지역 모두 가장 낮게 나온 이유는 신도시의 경우 계획당시 안전성에 많은 중점을 두어 실제 보행자들은 안전성 보다는 편리성, 쾌적성, 연속성, 접근성의 높은 서비스를 추구하는 것이라 판단된다.

주거지역에 편리성, 쾌적성의 영향이 높은 이유는 보행 이동량이 상업/업무지역에 비해서 적고, 쾌적하고 편리한 생활을 추구하는 보행자들의 특성이 반영된 것으로 판단된다.

본 연구는 신도시 보행 서비스 이용자들의 보행시설에 대한 만족도가 어떠한 관점에 의해 평가되고 있는가를 구조적으로 해석하였다는 점에서

의의가 있다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 중요한 잠재요인으로 규명되어진 접근성과 편리성 등의 속성을 향후 신도시 계획 시 공통적으로 반영되어야 한다고 할 수 있다. 다시 말해, 이들 속성과 관련된 보행시설을 개선시키고 계획한다면 보행자가 느끼는 전체적 서비스 만족도의 향상효과가 크다고 할 수 있다.

V. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구에서는 신도시의 토지이용(주거지역, 상업/업무지역)에 따른 보행자 서비스 질의 영향인자를 규명하기 위하여 잠재변수와 내생변수와의 관계에 대한 연구가설 5가지와 잠재변수들 간의 관계 10가지의 연구가설을 설정하여 잠재변수와 내생변수간의 관계, 잠재변수간의 관계를 파악하고 이를 통해 토지이용에 따른 각각의 서비스 질을 측정할 수 있는 평가 모형을 개발하였다.

주거지역의 분석 결과, 가설 1~5의 계수값이 0.42, 0.80, 0.76, 0.89, 0.66으로 모두 99% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타났다. 즉, 잠재변수와 내생변수간의 관계에서 안전성, 쾌적성, 접근성, 편리성, 연속성의 만족은 신도시의 보행자 서비스 질을 높여주는 잠재변수로 밝혀졌으며, 그 우선순위는 편리성(0.89) > 쾌적성(0.80) > 접근성(0.76) > 연속성(0.66) > 안전성(0.42)로 나타났다.

여기서, 안전성과 연속성, 접근성의 계수 값이 다른 요인보다 낮게 추정된 이유는 주거지역에서의 보행자들은 접근이나 연속성 보다 편리하고 쾌적한 보행환경을 추구하는 특성이 반영된 것이라

4) 김태호·박제진·정광섭(2009)의 연구에서 신도시 보행자의 서비스 질 영향인자를 규명하였는데, 그 결과 본 연구와는 다소 차이가 있는 것으로 나타나, 신도시의 보행자가 서비스 질(QOS: Quality of Service)을 판단할 경우 평가항목간 중복성이 있음을 알 수 있음. 대표적인 결과로는 신도시의 보행자 만족도에 영향을 미치는 요인이 안전성이 1위였으나, 본 연구에서는 안전성이 5위로 나타나 안전성이 편리성, 쾌적성, 접근성 등과 중복이 일정 부분 존재함을 알 수 있음.

할 수 있으며, 안전성의 계수 값이 가장 낮은 이유는 이미 신도시에서의 보행환경 안전성은 다른 요인들에 비해 많은 고려가 되고 있음을 나타낸다고 할 수 있다. 따라서 추후 신도시 건설 시 보행자들이 느끼는 정성적 요인들을 반영하여 현재 미흡한 편리성과 쾌적성 측면에서의 접근이 필요하다고 할 수 있다.

또한 잠재변수간의 경로계수를 파악한 결과 부의 영향을 미칠 것이라고 예상하였던 잠재변수간의 영향은 모두 정의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 그 중 접근성과 편리성간의 경로계수가 0.83으로 잠재변수 간 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 다섯 가지 요인들은 서로 연계되어 서비스의 질을 향상시킬 수 있는 요소들이며, 적절한 연계를 이용하면 더 높은 질의 보행자 서비스를 제공할 수 있다고 판단되어진다.

상업/업무지역의 분석 결과, 가설 1~5의 계수 값이 0.07, 0.11, 0.16, 0.14, 0.17로 모두 95% 신뢰 수준에서 유의한 것으로 나타났다. 즉, 잠재변수와 내생변수간의 관계에서 안전성, 쾌적성, 접근성, 편리성, 연속성의 만족은 신도시의 보행자 서비스 질을 높여주는 잠재변수로 밝혀졌으며, 그 우선순위는 연속성(0.17) > 접근성(0.16) > 편리성(0.14) > 쾌적성(0.11) > 안전성(0.07)으로 나타났다. 여기서, 편리성과 쾌적성, 안전성의 계수 값이 다른 요인보다 낮게 추정된 이유는 상업/업무지역에서의 보행자들은 편리성이나 쾌적성보다 연속적이고 어느 곳이든지 접근이 용이한 보행환경을 추구하는 특성이 반영된 것이라 할 수 있으며, 안전성의 계수 값이 가장 낮은 이유는 이미 신도시에서의 보행환경 안전성은 다른 요인들에 비해 많은 고려가 되고 있음을 나타낸다고 할 수 있다. 또한 잠재변수간의 경로계수를 파악한 결과 부의 영향을 미칠 것이라고 예상하였던 잠재변수

간의 영향은 모두 정의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그 중 편리성과 연속성간의 경로계수가 0.76으로 잠재변수들 간 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구는 신도시 보행 서비스 이용자들의 보행시설에 대한 만족도가 어떠한 관점에 의해 평가되고 있는가를 구조적으로 해석하였다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 중요한 잠재요인으로 규명되어진 접근성과 편리성 등의 속성을 향후 신도시 계획 시 공통적으로 반영되어야 한다고 할 수 있다.

다시 말해, 이들 속성과 관련된 보행시설을 개선시키고 계획한다면 보행자가 느끼는 전체적 서비스 만족도의 향상효과가 크다고 할 수 있다.

본 연구의 향후 연구 과제로는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 시간과 인력의 제약으로 인해 대상지역이 분당에 한정되어, 이에 대한 대상 및 범위의 확장을 통해 객관화 시키는 과정이 필요하다.

둘째, 보행자 서비스 질의 평가지표에서도 다소 차이가 있는 것으로 나타나 향후 기존도시와의 비교를 통해 보다 면밀한 연구가 필요하다.

셋째, 정성적 평가와 정량적 평가를 함께 고려하는 연구가 필요하다. 본 연구는 정성적 평가를 기준으로 보행자가 실제 느끼는 만족도를 바탕으로 진행되었으며, 추후 신도시의 정량적 요인들(보행교통류, 보행신호, 보도기하구조 등)을 함께 고려한 연구가 필요하다고 할 수 있다.

본 연구의 신도시 보행자 서비스 질의 영향인자 규명에 관한 연구를 기초로 하여 앞서 언급하였던 향후 연구 과제를 보완한다면 향후 신도시의 보행자 서비스 질은 더욱 향상 될 것이다.

참고문헌

- 건설교통부, 2001, 「도로용량편람」.
- 김건영 · 김형철 · 오승훈, 2002, “주거지역 이면도로의 보행태 특성 분석”, 「대한토목학회 논문집」, 제22권 제 2D호, 197~205.
- 김경환, 2006, “퍼지근사추론을 이용한 보행자 서비스 수준 산정”, 「대한토목학회 논문집」, 제26권 제2-D호.
- 김숙희 · 김관중 · 최기주, 2006, “보차혼용도로에서의 LOS 평가기준 마련에 관한 연구”, 「대한교통학회지」, 제 24권 제3호, 63~70.
- 김용석 · 최재성, 2006, “보행자와 자동차를 동시에 고려한 도시 가로의 균형적 계획 및 설계에 관한 연구”, 「대한교통학회지」, 제24권 6호, 55~64.
- 김원태, 2001, “보행공간 형성을 위한 물리적 제어요소의 활용가능성에 관한 연구 - 신시가지 중심상업지역 비교분석을 통하여”, 목원대학교 석사학위논문.
- 김정현 · 오영태 · 손영태 · 박우신, 2002, “보행자 시설 서비스 수준 산정에 관한 연구”, 「대한교통학회지」, 제 20권 제1호, 149~156.
- 김태호 · 이수일 · 원제무, 2002, “보행자 가로 횡단 특성과 횡단시간 분석에 관한 연구”, 「국토계획」, 제37권 7호, 169~180.
- 김태호, 2008, “지속가능한 보행환경을 위한 보행자 네트워크 서비스 질 평가지표개발”, 한양대학교 박사학위논문.
- 김태호 · 진장원 · 원제무, 2008, “계층분석법을 이용한 보행자 서비스 질 영향인자분석”, 「한국도로학회지」, 제10권 3호.
- 김태호 · 정광섭 · 구자훈 · 원제무, 2009, “네트워크분석기법을 이용한 보행자 서비스 질 평가지표 개발 및 적용”, 「국토계획」 제44권 제1호.
- 김태호 · 박제진 · 정광섭, 2009, “신도시 보행자 서비스 질 영향인자 규명”, 대한토목학회 논문집 게재 심사중.
- 남궁민, 1999, “신도시중심 상업지역내 보행환경 문제점 및 개선방향에 관한 연구”, 서울대학교 석사학위논문.
- 배병렬, 2004, 「구조방정식 모델을 위한 SIMPLIS 활용과 실습」, p.25.
- 신해미, 2009, “신도시 중심지역의 보행자 서비스 질 영향인자 분석에 관한 연구”, 한양대학교 석사학위논문.
- 이수일 · 원제무 · 김태호 · 김용석, 2002, “보행 잔여신호기 도입에 따른 보행태 변화에 관한 연구”, 「국토계획」, 제39권 1호, 263~272.
- 임강원, 1989, “신도시 건설과 교통처리”, 「도시문제」, 24권 7호.
- 임진경 · 신혜숙 · 김형철, 2004, “유형별 보행자도로의 서비스수준 평가기준 설정”, 「대한토목학회 논문집」, 제24권 제 5-D호, 723~728.
- 임현식, 2002, “Space Syntax를 활용한 보행공간체계 분석에 관한 연구: 서울시 시청주변의 보행환경을 중심으로”, 세종대학교 석사학위논문.
- Danish Road Administration, 2007, “Pedestrian and Bicycle Level of Service Road Segments”, 10~14.
- Jaskiewicz, F., 2000, “Pedestrian Level of Service Based on Trip Quality”, Transportation Research Circular, TRB.
- Landis, B. W., Venkat R. Vattikuti, Russell M. Ottenberg, Douglas S. McLeod, and Martin Guttenplan, 2002, “Modeling The Roadside Walking Environment A Pedestrian Level of Service”, TRB No. 01-0511.
- Miller, John. S., Jeremy A. Biglow, and Nicholas J. Garber, 2000, “Calibrating Pedestrian Level-of-Service Metric with 3-D Visualization”, TRR 1705.
- Muraleetharan, Thambiah, 2004, “Method to Determine Overall Level-of-Service of Pedestrian on Sidewalks and Crosswalks based on Total Utility Value”, TRB Annual Meeting.
- Muraleetharan, Thambiah, 2005, “Method to Determine Pedestrian Level-of-Service for Crosswalks at urban Intersections”, EAST, Vol. 6, 127~136.
- Saker, Sheila, 2003, “Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways In Major Activity Centers”, TRB Annual Meeting.
- TRB National Research Council, 2000, *Highway Capacity Manual: Pedestrian LOS Evaluation*.

원 고 접 수 일 : 2008년 12월 22일
 1차심사완료일 : 2009년 2월 2일
 최종원고채택일 : 2009년 3월 9일