

■ 論 文 ■

# 보행자 네트워크 서비스 질 평가를 위한 통합지표 개발

A Development of Integrated Evaluation Criteria for Quality of service on Pedestrian Networks

**김 태 호**

(한국도로공사 도로교통연구원  
박사후 연구원)

**박 제 진**

(한국도로공사 도로교통연구원  
책임연구원)

**강 정 규**

(한국도로공사 도로교통연구원  
연구위원)

## 목 차

- I. 서론
    - 1. 연구의 배경 및 목적
    - 2. 연구의 내용 및 방법
  - II. 기존 문헌고찰
    - 1. 국내·외 보행자 서비스수준 연구 고찰
    - 2. 기존 연구와의 차별성
  - III. 평가항목 검토 및 전문가 설문조사
    - 1. 평가항목 1차 선정 결과
  - 2. 최종 평가항목 선정 결과
  - IV. 보행자 서비스 질 평가지표 개발
    - 1. 계층분석법에 의한 평가지표 개발
    - 2. 네트워크분석법에 의한 평가지표 개발
    - 3. 평가지표 개발결과 비교
  - V. 결론 및 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : 보행자, 서비스 질, 네트워크분석법, 계층분석법, 서비스수준  
Pedestrian, Quality of Service(QOS), Analytic Network Process(ANP), Analytic Hierarchy Process(AHP), Level of Service(LOS)

## 요 약

본 연구는 현재 보행교통류율, 보행자자체 등의 정량적인 지표만을 고려하고 있는 기존 보행자 이동공간 서비스 수준(Level of Service) 평가의 한계를 극복하고, 보행자의 이동공간(보도 및 횡단보도)만족도에 영향을 미치는 정성적 요인을 반영하여 보행자의 실질적인 서비스 질(QOS : Quality of Service)을 측정할 수 있는 통합적 지표를 개발하는 것이 목적이다. 연구를 위한 기초자료 수집은 설문조사를 이용하였고, 통합지표 개발을 위해 계층분석법(AHP)과 네트워크분석법(ANP)을 활용하였다. 주요 연구결과는 첫째, 보행자가 서비스수준을 판단할 경우 중복성을 느끼고 있음을 알 수 있어, 네트워크분석법에 의한 지표를 적용하는 것이 적절함을 확인하였다. 둘째, 보행자 행태, 유지관리, 보행경관 및 환경과 같은 정성적인 요인을 고려해야 한다는 것을 알 수 있었으며, 특히 주거지역에서 정성적인 요인의 중요도가 높은 것을 알 수 있었다. 향후 실질적인 보행자 서비스 질을 평가하기 위해서는 정량적인 지표는 물론 정성적인 지표를 고려하는 것이 적절할 것이라 판단된다.

This study develops composite indicators that is capable of estimating QOS (Quality of Service) of pedestrians by enhancing estimation for Level of Service in present transporting spaces for pedestrians that merely concerns quantitative indicators such as pedestrian flow rate, pedestrian stoppage. This paper conducts survey questionnaire to collect data. It utilizes AHP(Analytic Hierarchy Process) and ANP(Analytic Network Process). The main results show that : first, ANP is better analytic methods than AHP due to the fact that pedestrians feel repetition when they judge level of service. Second, qualitative factors such as pedestrian behaviors, maintenance, scenery for pedestrians and environments should be considered. Importance of qualitative factors is higher in residential area than other areas. I expect that using qualitative indicators and quantitative indicators is appropriate in order to estimate pedestrians' QOS.

# 1. 서론

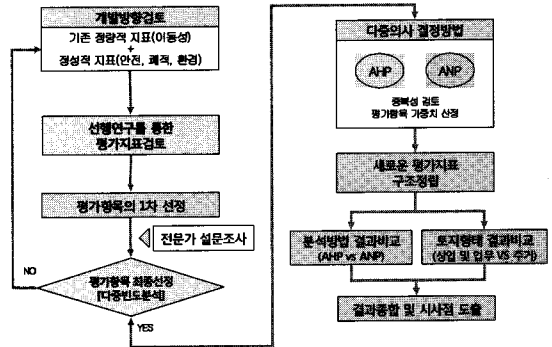
## 1. 연구의 배경 및 목적

보행자의 이동공간은 도시민의 쾌적한 통행과 휴식을 위해 매우 중요한 기능을 갖는 시설이다. 특히 「지속가능한 개발(Sustainable Development)」이라는 21세기의 새로운 계획 패러다임의 등장으로 그 중요성이 더욱 부각되어지는 실정이다. 이러한 중요성에도 불구하고 보행자들은 아스팔트 정글이 되어버린 도로 내에서 안전성, 편리성, 쾌적성, 경관성 어느 것 하나 보장받지 못한 채 자동차에 통행우선권을 부여하는 사회에서 살고 있다.

우리나라보다 훨씬 앞서 자동차 대중화를 경험했던 교통 선진국에서는 이미 보행자와 관련된 수많은 문제점을 인식하고 있고, 도시 전반에서 보행자의 안전성, 편리성, 쾌적성을 회복하기 위해 다양한 방안들을 모색하고 있다. 보행자 이동권 확보를 위해 가장 선행되어야 하는 것이 보행자 이동공간 계획시 정확한 평가체계를 확립하여 적절하게 활용 가능토록 하는 것이다. 그러나 현재 국내의 보행자 이동공간 평가는 이동성 중심의 정량적인 지표(보행류율<sup>1)</sup>, 보행자지체<sup>2)</sup>에 초점을 맞추고 있으며, 이는 보행자가 보행공간을 이동할 때, 실제로 인식하는 인식서비스수준(Perceived Level of Service : PLOS)<sup>3)</sup>을 반영하지 못한다. 따라서 본 연구에서는 정성적인 변수를 고려할 수 있는 보완적 방안을 모색하며, 변수간의 관계 및 다양한 형태의 보행자 서비스 특성을 규명하여 변화된 보행환경에 순응할 수 있는 새로운 보행자 서비스수준 평가지표를 개발하고자 한다.

## 2. 연구의 내용 및 방법

본 연구의 주요 내용은 <그림 1>에 나타나 있으며, 자세한 내용 및 방법은 다음과 같다.



<그림 1> 보행자 통합 평가지표 개발 흐름도

첫째, 기존 정량적인 보행자 서비스수준 평가방법과 보행자 서비스수준에 관한 선행연구를 고찰하여 본 연구에서 사용할 평가항목을 선정한다.

둘째, 선정된 평가항목을 다양한 계층의 보행관련 전문가를 대상으로 전문가 설문을 실시하여 최종평가항목을 선정한다.

셋째, 보행자와 같은 인간의 복잡한 생각을 평가구조화 하기 위해 다판단 기준방법(MCE : Multi-Criteria Evaluation Method)을 통하여 지표간 중요도 검토 및 평가구조를 정립<sup>4)</sup>한다.

넷째, 정립된 보행자 서비스 질 평가지표의 결과를 분석방법측면과 토지이용형태별로 비교·분석한다.

다섯째, 평가지표 비교분석 결과를 이용하여 결론을 종합하고 시사점을 제시한다.

## II. 기존 문헌고찰

### 1. 국내·외 보행자 서비스수준 연구 고찰

본 장에서는 기존 보행자 서비스수준의 산정방법과 국내·외 선행연구 검토를 바탕으로 연구의 착안점을 제시하였다. 국내·외 보행자 서비스수준 관련 선행 연구 고찰에 대한 자세한 검토 결과는 <표 1>과 같다.

1) 보도폭원, 방해폭원, 보행량을 기초로 보행류율(인/분/m)이 산정됨. 보행류율(인/분/m) =  $\frac{\text{침투 15분 보행량(인/분)}}{\text{실제보도폭원(m)} - \text{유효보도폭원(m)}}$   
 2) 보행자 신호주기(적색, 녹색시간)을 기초로 보행자지체가 산정됨. 보행자지체(sec/인) =  $d_p = (C-g)^2/2C$   
 3) 김태호(2008)의 연구에서는 보행자가 도로용량편람에서 제시하고 있는 서비스수준과 차이가 있으며 정량적인 지표만을 이용하여 접근할 경우 약 50%수준의 정확도를 가진다는 연구결과가 제시되어 있음(참고문헌 7).  
 4) 보행자와 같이 인간의 개념적인 특성을 고려하는 연구에서 평가항목과 지표간 중복성 여부 판단은 매우 중요하며, 이에 대한 검토를 통하여 중복성이 존재할 경우 네트워크분석법(ANP), 중복성이 존재하지 않을 경우 계층분석법(AHP)을 이용한다. 본 연구에서는 모형적용을 위해 두 가지 방법 모두를 적용하였음.

〈표 1〉 국내·외 보행자 서비스수준 관련 선행연구 종합표

연구자 (연도)	연구 대상	변 수(Variable, MOE)		종합평가 여 부	분석방법 (Method)	연구의 내용
		대분류	세부변수			
김경환 (1999)	일반보도	정량적	보행류율(인/분/m)	×	Graph 기법 기술통계 차이검증	일반보도를 대상으로 미국 도로용량편람의 서비스수준 적합성을 비교분석하고, 차이를 규명한 연구임
도로용량 편람 (2001)	일반보도 횡단보도 (일반신호)	정량적	보행류율(인/분/m) 보행자지체(초/인)	×	Graph 기법 기술통계	미국도로용량편람을 토대로 일반보도, 신호횡단보도의 서비스수준 분석 방법론을 정립하여 제시한 연구임
김정현 (2002)	계단 대기공간	정량적	보행류율(인/분/m), 대기공간(m <sup>2</sup> /인)	×	Graph 기법 기술통계	계단과 보행자 대기공간의 기준을 국외와 비교하여 제시한 연구임
김건영 (2002)	이면도로 (주거지역)	정량적	보행공급도(비율), 보행속도(m/sec)	×	상관분석 회귀분석 분산분석	이면도로의 보행자 이동행태(보행목적) 측면에서 보행자의 서비스수준 평가를 시도한 연구임
김태호 (2004)	횡단보도 (잔여신호)	정량적	안전성(%), 범위반율(%), 쾌적성(m/sec)	×	Graph 기법 차이검증 (T-test)	잔여신호기 설치전과 후에 대한 시행 효과분석을 일반보도(쾌적성)와 비교하여 효과분석을 수행한 연구임
임진경 (2004)	일반보도 (토지이용)	정량적 정성적	보행류율(인/분/m), 점유공간(m <sup>2</sup> /인) 보행밀도(인/m <sup>2</sup> ), 속도(m/sec), 만족도	×	기술통계 회귀분석	보행자도로 유형별 특성(토지이용)을 고려한 보행자 서비스수준 산정결과를 비교한 연구임
김경환 (2006)	일반보도	정량적 정성적	보행류율(인/분/m), 소음수준(dB), 조명(Lux), 만족도	×	퍼지기법 (Fuzzy)	퍼지근사추론을 이용하여 정성적인 보행자 서비스수준 영향요인을 규명한 연구임
김용석 (2006)	일반보도 (토지이용)	정성적	보행만족도, 차량만족도	△	AHP (가중치)	토지이용 및 보행, 차량특성을 종합하여 보도설계수준을 활용한 서비스수준 종합자료 제시
김태호 (2008)	일반보도 횡단보도	정량적 정성적	보행교통류, 보행신호운영, 보도기하구조, 보도이용행태, 보도유지관리, 보행정도	○	AHP (가중치)	토지이용형태별 보행자 네트워크 서비스 질 평가를 위한 지표를 개발한 연구임.
도로용량 편람 (미국 : 2000)	일반보도 횡단보도 (일반신호)	정량적	보행류율(인/분/m), 보행자지체(초/인)	×	Graph 기법 기술통계	보도, 신호횡단보도의 서비스수준 분석 방법론을 제시한 편람이며, 국내편람 작성에 기초자료로 활용됨.
John S. Miller (2000)	일반보도	정량적	시설물(기하구조 : 보도, 횡단보도), 장애인, 조명) 등에 관한 Check List	×	기술통계 (Rating)	보행관련 시설(보도, 횡단보도)의 수준별 Check List를 통해 분석한 연구임.
Jaskiewicz F. (2000)	일반보도	정성적	보도폭원, 여유 공간, 차량속도, 노상주차율 포함한 건축 변수	△	기술통계	Check List의 건축 관련 변수를 중심으로 평가하는 연구이며, 건축개념이 강함.
Bruce W. Landis (2001)	일반보도	정량적	보도폭, 연석, 여유 공간, 차로폭, 노상주차정도, 교통량, 중차량 구성비, 접근정도 등	×	회귀분석	보행자만족도(종속)에 영향을 주는 기하구조, 교통조건, 접근강도를 고려한 서비스 평가 모형을 제시한 연구임.
Shelia Shaker (2002)	일반보도	정량적 정성적	보도의 연속성 및 포장, 속도, 교통약자 안락감, 보행환경(대기, 소음) 등에 관한 Check List	×	기술통계	보행만족도에 영향을 주는 정성적인 항목을 Check List 형태로 제공한 연구임.
Thambiah Muraleetharan (2004, 2005)	횡단보도 (일반신호 기)	정량적	보도폭원, 보행류율, 장애물수준, 보행지체, 자전거상충, 횡단시설, 회전교통량	×	회귀분석 컨조인트	정량적인 지표에 대한 설문조사를 실시하여 User Score와 정량적인 변수들의 영향관계를 규명한 연구임.
AUSTRALIAN Method(2006)	일반보도	정량적 정성적	보도폭원, 포장상태, 장애물수, 횡단기회, 연결성, 안전성, 보행량	×	기술통계	보행만족도 Check List에 가중치를 이용하여 종합점수를 산정한 연구방법 제시함.
Jonathan Byrd (2006)	일반보도	-	-	×	기술통계 사례연구 (비교연구)	보행자 서비스수준모형을 비교한 연구이며, 정성 및 정량적 평가지표를 종합적으로 고려하는 평가가 필요하다고 제시한 연구임.
Danish Model (2007)	일반보도	정량적	교통량, 차량속도, 보도폭원 및 포장, 정류장, 주차대수 등	×	유형별 회귀분석	덴마크의 보행자 서비스수준 모형을 개발한 연구이나 복잡하여 현실적용이 떨어짐.

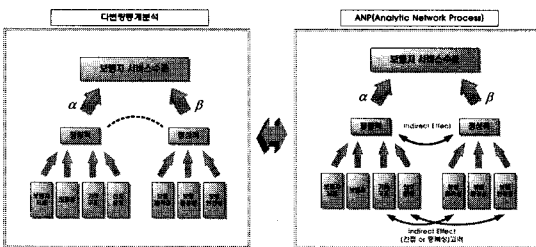
## 2. 기존 연구와의 차별성

본 연구를 위한 선행 연구의 한계점을 기초로 하여 다음과 같은 착안점을 도출하였다.

첫째, 보행자가 이동하는 경로를 네트워크측면에서 접근하는 종합적인 분석이 이루어지지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 한계점을 보완하기 위하여 일반보도(Link, Line), 신호횡단보도(Node, Point)를 네트워크로 통합하여 종합적으로 접근한다.

둘째, 보행자의 서비스수준 평가지표가 정량적인 측면(이동성 중심)만을 고려하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 한계점을 보완하기 위하여 정량적, 정성적인 평가항목을 포함하는 지표를 개발한다.

셋째, 분석방법 측면에서 살펴보면 대부분의 연구들이 다변량 분석(산점도, 추세선 분석, 회귀분석)을 수행하는 것이 일반적이다. 선행연구에서 사용된 분석방법은 보행자와 같은 복잡한 사람들의 생각을 개념화하기에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 보행자들의 복잡한 생각을 고려(그림 2)의 Indirect Effect)할 수 있는 다판단 기준법(MCE)을 적용하고 중복성에 대한 비교·분석을 수행하였다.



(그림 2) 분석방법 측면 착안점 개념도(ANP 예시)

## III. 평가항목 검토 및 전문가 설문조사

### 1. 평가항목 1차 선정 결과

평가지표의 신뢰성 확보를 위하여 선행 연구고찰에 사용된 변수를 위주로 1차 평가항목을 정리하였다. 1차 선정된 평가지표는 이동성, 안전성, 쾌적성(환경성 포함)에 대해 잠재적으로 분류하였으며, 자세한 평가항목은 <표 2>에 제시하였다.

<표 2> 선행 연구고찰을 통한 1차 평가항목

잠재분류	영향요인 (평가지표)	비고
이동성	신호등의 시인성	-
	보행녹색(점멸)시간(초)	기반영 <sup>주2)</sup>
	비신호 교차로의 유무	-
	횡단보도 폭원(m)	기반영 <sup>주2)</sup>
	횡단보도 길이(m)	기반영 <sup>주2)</sup>
	보도폭원(m)	기반영 <sup>주2)</sup>
	보도와 자전거도로 분리정도	-
	보행자 방해물의 수(정도)	기반영 <sup>주2)</sup>
	교통약자 이동지원시설 수	-
	진입로(접근로)의 정도	-
	보행속도의 일관성	-
	보행속도 연속성	-
	보행교통량(인/시, 인/15분)	기반영 <sup>주2)</sup>
	보행밀도(인/m <sup>2</sup> )	기반영 <sup>주2)</sup>
	보행속도(m/분)	기반영 <sup>주2)</sup>
	점유공간(m <sup>2</sup> /인)	기반영 <sup>주2)</sup>
보행자지체(초/인)	기반영 <sup>주2)</sup>	
타보행자의 방향전환	-	
보도의 연속성	-	
안전성	신호기 형태(신호/비신호 교차로)	-
	보행신호시간 적절성	-
	교통약자 보행시간 고려여부	-
	보행자 대피설의 유무	-
	버스정류장 유무	-
	노상주차의 유무	-
	보행 안전시설물의 유무	-
	교통약자 안전시설물 유무(턱낮춤)	-
	조명(가로등)의 밝기수준	-
	우회전전용차로 유무(회전)	-
	교차로 시거확보정도	-
	차량교통량(회전 및 직진 포함)	-
	차량의 속도	-
	중차량비율	-
	차량 운전자의 법규준수	-
	비보행자(오토바이, 자전거) 통행비율	-
비보행자(오토바이, 자전거) 법규준수	-	
보행자와의 상충정도	-	
쾌적성 (환경성)	자유보행(회망)속도 유지정도	-
	보행경로 주변경관	-
	가로수의 상태, 가로수의 유무	-
	도로주변의 개발상태	-
	보도의 청결상태	-
	보행공간의 포장 상태	-
	보행시설물의 유지보수	-
	보행광장(휴게시설) 이용의 편리	-
	보행공간 주변 소음수준 <sup>주1)</sup>	-
	보행공간 주변 매연수준 <sup>주1)</sup>	-
	보행공간 주변 진동수준 <sup>주1)</sup>	-
	대중교통 정보제공	-
	보행 이동공간 공사 정보(진물 포함)	-
보행관련 표지판 시인성	-	
잔여신호기 설치유무	-	

주 1 : 환경성지표는 쾌적성에 포함함.

주 2 : 도로용량편람에서 고려되고 있는 평가항목임.

## 2. 최종 평가항목 선정 결과

### 1) 전문가 설문조사 개요 및 분석

1차 선정된 평가항목을 토대로 최종 평가지표 선정을 위한 전문가 설문조사(예비조사 포함)를 2008년 3월 15일~3월 28일(14일간)에 실시하였다. 전문가 설문조사의 자세한 배포수 및 회수율은 <표 3>에 제시하였다.

<표 3> 설문지 배포수 및 회수율

구분	배포 설문지수	회수 설문지수	회수율(%)
학계	30	25	83
전문연구기관	30	25	83
공무원	10	5	50
Engineering회사	25	18	72
기타	5	2	40
합계	100	75	75

<표 4> 전문가 설문분석 결과 예시 : 보행 경관

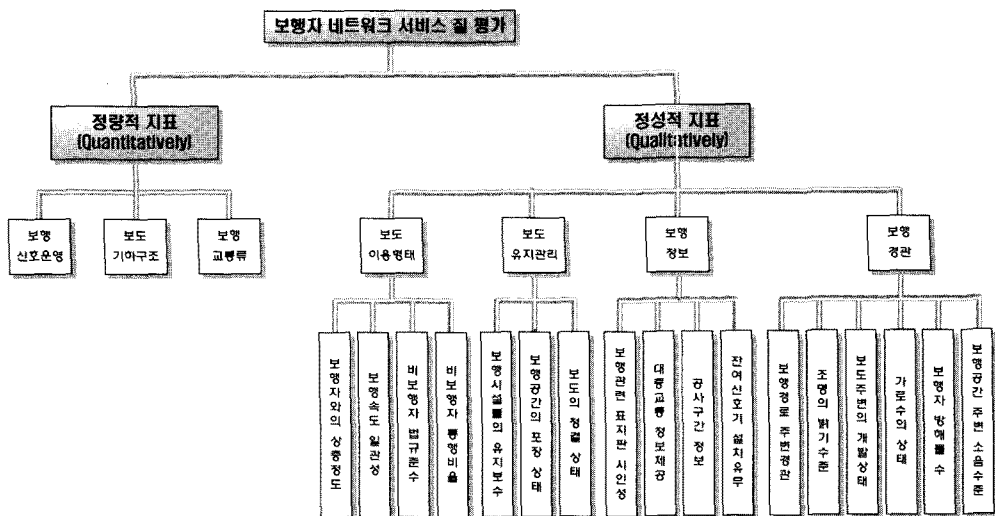
구분	빈도수(회)			구성비(%)		
	1	2	3	1	2	3
보행경로 주변경관	35	15	16	47	20	21
조명의 밝기 수준	12	28	13	16	37	17
보도주변의 개발상태	8	10	22	11	13	29
가로수의 상태	7	9	7	9	12	9
가로수의 유무	5	7	9	7	9	12
보행자 방해물 수	4	4	3	5	5	4
보행공간 소음수준	4	2	5	5	3	7
합계	75	75	75	100	100	100

전문가 설문을 바탕으로 평가항목 선정시 다중빈도분석(Multi-Frequency Analysis)을 이용하였으며, 응답을 한 전문가들이 어느 정도 일관성 있는 대답이라 판단되는 3순위까지의 결과를 정리하였다. 선택된 평가지표를 누적하여 85-Percentile(%) 전후를 최종 평가지표로 선정하였다. 단, 1차 선정된 평가지표의 세부 평가요소가 4개 이하인 경우는 평가지표의 누적(85-Percentile(%))에 관계없이 적용하기로 하였다. 전문가 설문분석 예시는 <표 4>에 나타나 있으며, 보행 경관에 대한 7개 세부평가지표 중 전문가 중요도에 따라서 주변경관, 조명의 밝기 수준, 보도주변의 개발상태, 가로수의 상태를 최종적으로 선정하였다.

### 2) 최종 평가항목의 선정

1차 선정된 평가지표를 바탕으로 전문가 설문조사를 실시하여 최종 평가항목을 구성·측정할 수 있는 세부 평가요소를 도출하였다(<그림 3 참조>).

정량적인 요인은 3개의 중분류, 정성적인 요인은 4개의 중분류로 구분되었으며, 정량적인 지표는 기존 도로용량편람(KHCM)에서 일부 반영되고 있는 보행교통류, 보행신호운영, 보도기하구조로 도출하였다. 정성적인 지표는 기존 도로용량편람(KHCM)에서 반영하고 있지 못하는 보도이용행태, 보도유지관리, 보행정보, 보행경관로 도출하였다.



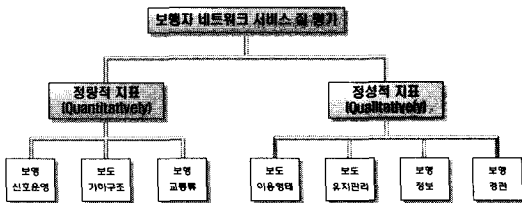
<그림 3> 최종 선정된 평가항목의 계층 구조

5) 평가항목(지표) 및 측정지표를 선정하는 경우 다양한 요소를 고려할 필요성이 있으므로, 평가항목(지표) 및 측정지표 선정을 위해 전문가 설문(Expert Survey)을 수행하여 85-Percentile(%) 누적 값을 이용하는 것이 일반적임. (참고문헌 12, 13)

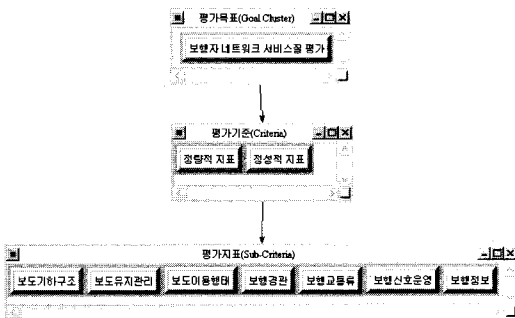
### IV. 보행자 서비스 질 평가지표 개발

#### 1. 계층분석법에 의한 평가지표 개발

1차적으로 대분류(정량적, 정성적 지표) 및 중분류(보행신호운영, 보도기하구조, 보행교통류, 보도이용행태, 보도유지관리, 보행정보, 보행경관)된 평가의 계층구조는 <그림 4>, <그림 5>와 같다.



<그림 4> AHP 분석을 위한 계층구조



<그림 5> Super Decisions 6.0의 입력 예시(AHP)

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No icon	정량적 지표	0.75482	0.377412
No icon	정성적 지표	0.24518	0.122588
No icon	보행자 네트워크 서비스질 평가	0.00000	0.000000
No icon	보도기하구조	0.16428	0.082139
No icon	보도유지관리	0.04319	0.021595
No icon	보도이용행태	0.10943	0.054715
No icon	보행경관	0.06296	0.031480
No icon	보행교통류	0.52155	0.260776
No icon	보행신호운영	0.06999	0.034496
No icon	보행정보	0.02960	0.014798

<그림 6> Super Decisions 6.0 결과 예시(AHP)

#### 1) 상업 및 업무지역)

<표 5>는 상업 및 업무지역에서 보행자 서비스 질에 영향을 미치는 요인들의 가중치를 보여주고 있다. AHP 분석 결과, 정량적인 요인이 75.5%, 정성적인 요인이 24.5%의 가중치를 갖고 있는 것으로 나타났다. 상업 및 업무지역의 경우, 정량적인 지표인 보행량과 관련된 보행교통류의 전반적인 흐름에 지배적인 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 각 평가요소별 가중치를 살펴보면, 보행교통류가 52.2%로 1위, 보도기하구조가 16.4%로 2위, 보도이용행태가 10.9%로 3위로 나타났다.

<표 5> AHP 분석결과 : 상업, 업무지역

평가항목	가중치 (Weight)	극한값 (Limiting)	순위 (Ranking)
보행서비스 질 평가	0.00000	0.000000	0
정량적 요인	0.7548	0.377412	1
정성적 요인	0.2452	0.122588	2
보도기하구조	0.1643	0.082139	2
보도유지관리	0.0432	0.021595	6
보도이용행태	0.1094	0.054715	3
보행경관	0.0630	0.031480	5
보행교통류	0.5216	0.260776	1
보행신호운영	0.0690	0.034496	4
보행정보	0.0296	0.014798	7

#### 2) 주거지역

<표 6>은 주거지역에서 서비스수준에 영향을 미치는 요인들의 가중치를 보여 주고 있다. AHP 분석 결과, 주거지역에서는 정량적인 요인이 63.7%, 정성적인 요인이 31.3%의 가중치를 갖고 있는 것으로 나타났다. 주거

<표 6> AHP 분석결과 : 주거지역

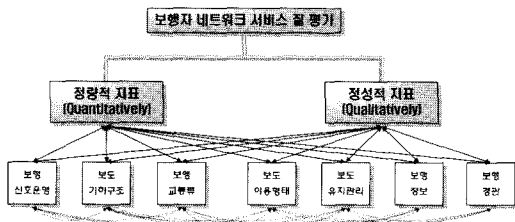
평가항목	가중치 (Weight)	극한값 (Limiting)	순위 (Ranking)
보행서비스 질 평가	0.00000	0.000000	-
정량적 요인	0.6366	0.31827	1
정성적 요인	0.3635	0.18173	2
보도기하구조	0.2220	0.11099	2
보도유지관리	0.0830	0.04152	5
보도이용행태	0.1969	0.09843	3
보행경관	0.0603	0.03013	6
보행교통류	0.3078	0.15392	1
보행신호운영	0.1067	0.05336	4
보행정보	0.0233	0.01165	7

6) Super Decisions(6.0)홈페이지(<http://www.decisionlens.com/>)에 세부적 내용은 언급되어 있으며 네트워크분석(ANP : Analytic Network Process)을 수행할 경우 자동적으로 계층분석(AHP : Analytic Hierarchy Process)이 도출되어 비교 가능하도록 구성되어 있음.  
 7) 김태호·진장원·원재무(2008)의 연구에서 토지이용에 대한 만족도는 차이가 있어 유형 고려가 필요하다고 제시함 (참고문헌 8).

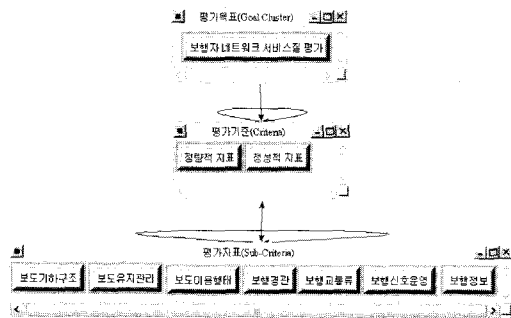
지역의 경우, 정량적인 지표인 보행량과 관련된 보행교통류가 가장 높은 영향을 보이고 있으나, 상업 및 업무지역보다는 다소 가중치가 낮아진 것을 알 수 있다. 각 평가요소별 가중치를 살펴보면, 보행교통류가 30.8%로 1위, 보도기하구조가 22.2%로 2위, 보도이용행태가 19.7%로 3위로 나타났다. 주거지역의 경우에는 상업 및 업무지역에 비해 보행교통류의 중요도는 감소하고, 보도의 이용행태 항목의 중요도가 크게 증가한 것을 알 수 있다.

2. 네트워크분석법에 의한 평가지표 개발

평가항목간의 상호 종속 및 상관관계를 고려하여 <그림 7>과 같은 평가지표의 네트워크 구조를 설정하였다.



<그림 7> ANP분석을 위한 평가지표 구조



<그림 8> Super Decisions 6.0의 입력 예시(ANP)

1) 상업 및 업무지역

<표 7>은 상업 및 업무지역에서 평가항목들의 가중치를 보여주고 있다. 분석결과를 살펴보면, 상업 및 업무지역에서는 정량적인 요인이 51.3%, 정성적인 요인이 48.7%의 가중치를 갖고 있는 것으로 나타났다. 각 평가항목별 가중치를 살펴보면, 보행교통류가 30.6%로 1위, 보도이용행태가 23.8%로 2위, 보행경관이 13.7%로 3위, 보도기하구조가 12.8%로 4위로 나타났다. 계층분석

<표 7> ANP 분석결과 : 상업, 업무지역

평가항목	가중치 (Weight)	극한값 (Limiting)	순위 (Ranking)
보행서비스 질 평가	0.00000	0.000000	-
정량적 요인	0.5125	0.259607	1
정성적 요인	0.4875	0.240393	2
보도기하구조	0.1275	0.085349	4
보도유지관리	0.0415	0.028974	7
보도이용행태	0.2370	0.108163	2
보행경관	0.1362	0.0035412	3
보행교통류	0.3056	0.133309	1
보행신호운영	0.0839	0.066625	5
보행정보	0.0684	0.042168	6

법(AHP) 적용 결과와는 달리 평가요소간의 상관관계를 고려한 네트워크분석법(ANP)을 적용하였을 경우, 정성적인 항목의 중요도가 크게 증가함을 알 수 있다.

2) 주거지역

<표 8>은 주거지역에서 서비스수준에 영향을 미치는 요인들의 가중치를 보여주고 있다. 분석결과를 살펴보면, 정량적인 요인이 50.1%, 정성적인 요인이 49.9%의 가중치를 갖고 있는 것으로 나타났다. 각 평가항목별 가중치를 살펴보면, 보행교통류가 25.2%로 1위, 보도이용행태가 22.2%로 2위, 보도기하구조가 15.6%로 3위, 보행경관이 11.3% 4위로 나타났다. 평가항목간의 상관관계를 고려한 네트워크분석법(ANP)을 적용하였을 경우, 주거지역에서는 정량적인 항목과 정성적인 항목의 중요도가 크게 차이가 없음을 알 수 있다. 특히, 보행교통류와 같은 정량적인 가중치가 많이 감소하였으며, 보행경관과 같은 정성적인 가중치가 보도기하구조와 유사한 수준의 중요도를 보이고 있음을 알 수 있다.

<표 8> ANP 분석결과 : 주거지역

평가항목	가중치 (Weight)	극한값 (Limiting)	순위 (Ranking)
보행서비스 질 평가	0.00000	0.000000	-
정량적 요인	0.4997	0.249846	2
정성적 요인	0.5003	0.250154	1
보도기하구조	0.1563	0.078167	3
보도유지관리	0.0819	0.040959	7
보도이용행태	0.2221	0.111034	2
보행경관	0.1135	0.056764	4
보행교통류	0.2522	0.1261	1
보행신호운영	0.1068	0.05342	5
보행정보	0.0671	0.033557	6

### 3. 평가지표 개발결과 비교

#### 1) 상업 및 업무지역 결과비교

상업 및 업무지역 가중치를 비교해 보았으며, 중복성에 따라 결과의 차이가 있는 것으로 나타났다. 첫째, 중복성을 고려하지 않은 계층분석법(AHP)을 이용한 결과는, 보행교통류(0.5216), 보도기하구조(0.1643), 보도이용행태(0.1094), 보행신호운영(0.0690), 보행경관(0.0630), 보도유지관리(0.0432), 보행정보(0.0296)로 분석되었다. 둘째, 중복성을 고려한 네트워크분석(ANP)을 이용한 결과는, 보행교통류(0.3056), 보도이용행태(0.2370), 보행경관(0.1362), 보도기하구조(0.1275), 보행신호운영(0.0839), 보행정보(0.0684), 보도유지관리(0.0415)로 분석되었다.

〈표 9〉에 나타난 바와 같이 상업 및 업무지역은 계층분석법(AHP)의 경우 정량적인 항목과 정성적인 항목이 각각 0.7548과 0.2452로 나타나 정량적인 평가항목의 영향을 더 크게 받고 있음을 알 수 있다. 네트워크분석법(ANP)의 경우는 정량적인 항목과 정성적인 항목이 각각 0.5125와 0.4875로 나타나 계층분석법(AHP)에 비해 정량적인 항목의 중요도가 다소 낮아진 것을 알 수 있다. 이는 평가지표의 중요도 순위에서 정성적인 항목인 보도이용행태와 보행경관의 비율이 높아지면서 정성적인 항목의 중요도를 상승시킨 것으로 볼 수 있다. 이와 같은 결과는 보도이용행태와 보행경관이 정량적인 평가항목과도 높은 중복성을 가지고 있기 때문이다. 또한, 정량적인 항목으로 계층분석법(AHP)과 네트워크분석법(ANP)에서 가장 중요한 요인으로 나타난 보행교통류의 경우 실질적으로 보도기하구조와 많은 상관관계를 가지기 때문에, 네트워크분석법(ANP)에서는 보행교통류의 중요도가 0.2160 감소한 것을 알 수 있다.

〈표 9〉 AHP와 ANP 우선순위 비교표 : 상업·업무지역

평가항목	AHP가중치	우선 순위	ANP가중치	우선 순위
정량적 요인	0.7548	1	0.5125	1
정성적 요인	0.2452	2	0.4875	2
보도기하구조	0.1643	2	0.1275	3
보도유지관리	0.0432	6	0.0415	7
보도이용행태	0.1094	3	0.2370	2
보행경관	0.0630	5	0.1362	3
보행교통류	0.5216	1	0.3056	1
보행신호운영	0.0690	4	0.0839	5
보행정보	0.0296	7	0.0684	6

#### 2) 주거지역 결과 비교

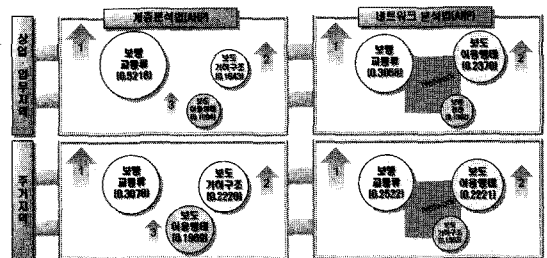
주거지역 가중치를 비교해 본 결과, 상업 및 업무지역과 유사한 형태의 결과가 나타났다. 첫째, 계층분석법(AHP)을 이용한 결과는, 보행교통류(0.3078), 보도기하구조(0.2220), 보도이용행태(0.1969), 보행신호운영(0.1067), 보도유지관리(0.0830), 보행경관(0.0603), 보행정보(0.0233)로 분석되었다. 둘째, 네트워크분석법(ANP)을 이용한 가중치는 평가항목들 간의 중복성으로 인하여, 보행교통류(0.2522), 보도이용행태(0.2221), 보도기하구조(0.1563), 보행경관(0.1135), 보행신호운영(0.1068), 보도유지관리(0.0819), 보행정보(0.0671)로 분석되었다.

〈표 10〉에 제시된 바와 같이 주거지역은 계층분석법(AHP)의 경우, 정량적인 항목과 정성적인 항목이 각각 0.6366과 0.3635로 나타나 정량적인 평가항목의 영향을 더 크게 받고 있음을 알 수 있다. 이는 주거지역의 경우 정성적인 항목의 중요도가 분명히 나타나고 있으며, 그 중 보도이용행태가 중요한 요인으로 자리 잡고 있는 것을 알 수 있다. 결과적으로, 상업 및 업무지역과 같이 보행의 정량적(보행량) 요인에 많은 영향을 받는 것과 달리 주거지역은 정성적인 영향이 더욱 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다.

네트워크분석법(ANP)의 경우, 정량적인 항목과 정성

〈표 10〉 AHP와 ANP 우선순위 비교표 : 주거지역

평가항목	AHP가중치	우선 순위	ANP가중치	우선 순위
정량적 요인	0.6366	1	0.4997	2
정성적 요인	0.3635	2	0.5003	1
보도기하구조	0.2220	2	0.1563	3
보도유지관리	0.0830	5	0.0819	6
보도이용행태	0.1969	3	0.2221	2
보행경관	0.0603	6	0.1135	4
보행교통류	0.3078	1	0.2522	1
보행신호운영	0.1067	4	0.1068	5
보행정보	0.0233	7	0.0671	7



〈그림 9〉 AHP와 ANP에 의한 우선순위 비교결과



적인 항목이 각각 0.4997과 0.5003로 나타나 계층분석법(AHP)에 비해 정량적인 항목의 평점이 낮아진 것을 알 수 있다. 이는 평가지표의 중요도 순위에서 정성적인 항목인 보도이용행태와 보행경관의 비율이 높아져 정성적 항목의 중요도를 상승시킨 것으로 볼 수 있다. 이와 같은 결과는 보도이용행태와 보행경관이 정성적인 항목뿐만 아니라 정량적인 평가항목과도 높은 상관관계를 갖기 때문인 것으로 판단된다. 평가요소간의 강한 상관관계를 고려하였을 경우 주거지역에서의 정성적 항목의 중요도는 정량적인 항목의 중요도 만큼이나 높다는 것이다.

### V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 보행자 측면의 보행이동공간(일반보도 및 신호횡단보도) 서비스 질을 평가하기 위한 새로운 평가지표를 이용자 인식도조사, 전문가 설문조사를 통하여 재정립하였다. 재정립된 평가항목을 기초로 하여 다중의 사결정방법인 계층분석법(AHP)과 네트워크분석법(ANP)을 통하여 평가요소별 중요도를 산정하였다. 새롭게 재정립된 평가요소를 수 회의 전문가 토의를 거쳐 상관관계를 규명하였고, 이러한 상관관계를 고려하여 중요도를 산정할 수 있는 네트워크분석법(ANP)과 계층분석법(AHP)을 적용하여 다음의 결과를 도출하였다.

- ① 네트워크분석(ANP)결과를 계층분석(AHP)결과와 비교하여 우선순위 및 중요도의 변화에 대한 정도를 살펴보았으며, 평가요소 간의 관계를 상호 독립적으로 보는 AHP기법과 평가요소 간의 상관관계를 고려한 ANP기법의 결과는 토지이용형태별(상업 및 업무, 주거)로 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 보행자와 같은 인간의 경우 모든 의사결정을 할 때, 종합적인 상황을 서로 연관지어 판단하는 것을 알 수 있다. 따라서 향후 보행자와 같은 복잡하고 종합적인 판단과 관련된 연구시 ANP의 적용이 현실성 있는 것으로 판단된다.
- ② 상업 및 업무지역의 세부적인 순위를 살펴보면, AHP의 경우 보행교통류, 보도기하구조, 보도이용행태가 각각 1, 2, 3순위로 나타나 기존의 정량적인 항목인 보행량 및 기하구조가 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, ANP의 경우 보도이용행태가 2위, 보행경관이 3위로 나타나 보행자의 보도이용행태 및 주변 환경에 대한 비중이 높아

진 것을 알 수 있었다. 이는 상기 설명한 바와 같이 보행자의 주변상황과 보행자 상호간의 이용행태가 정량적인 평가항목인 보행교통류와 일정 부분 상관성(중복성)이 있음을 의미한다.

- ③ 주거지역의 세부적인 순위를 살펴보면, 계층분석법(AHP)의 경우 보행교통류, 보도기하구조, 보도이용행태가 각각 1, 2, 3순위로 높게 나타나 상업 및 업무지역과 마찬가지로 정량적인 항목인 보행량 및 기하구조의 중요도가 높은 것을 알 수 있었다. 네트워크분석법(ANP)의 경우 보행교통류가 1위, 보도이용행태가 2위, 보도기하구조가 3위로 나타나 상대적으로 보행량 및 신호운영에 대한 영향을 상업 및 업무지역에 비해 받지 않는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 이동성 위주의 기존 보행서비스 평가 지표에 시대적 요구사항을 반영하는 새로운 서비스수준 평가의 구조 및 지표를 제시하였으나, 연구기간 및 연구범위의 확장을 통한 추가적인 연구를 다음과 같이 제안하고자 한다.

- ① 지역특성(신도시, 기존도시), 표본수 확대를 바탕으로 서비스수준 평가지표의 일반화 연구가 필요하다.
- ② 보행자의 개별행태 측면을 고려할 수 있는 평가지표 개발이 필요하다.
- ③ 보행자 접근성 이외에 평가지표의 효과분석을 수행할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

### 참고문헌

1. 김경환·김종복(1998), "보행 서비스수준에 대한 국내 보행자의 평가", 경상대학교 생활기술연합논문집 14권, pp.151~161.
2. 김경환·박상훈·김대현(2006), "퍼지근사추론을 이용한 보행 서비스수준 산정", 대한토목학회 논문집 제26권 제 2-D호, pp.241~250.
3. 김건영·김형철·오승훈(2002), "주거지역 이면도로의 보행행태특성 분석", 대한토목학회 논문집 제 22권 제 2-D호, pp.197~205.
4. 김정현·오영태·손영태·박우신(2002), "보행자 시설 서비스 수준 산정에 관한 연구", 대한교통학회지, 제20권 제1호, 대한교통학회, pp.149~156.
5. 김숙희·김관중·최기주(2006), "보차혼용도로에서

- 의 LOS 평가기준 마련에 관한 연구”, 대한교통학회지, 제24권 제3호, 대한교통학회, pp.63~71.
6. 김용석·최재성(2006), “보행자와 자동차를 동시에 고려한 도시 가로의 균형적 계획 및 설계에 관한 연구”, 대한교통학회지, 제24권 제6호, 대한교통학회, pp.55~64.
  7. 김태호, 지속가능한 보행환경을 위한 보행자 서비스질 평가지표개발, 한양대학교 박사학위논문, 2008.
  8. 김태호·이수일·원제무(2002), “보행자 가로 횡단 특성과 횡단시간 분석에 관한 연구”, 국토계획, 제37권 7호, pp.169~180.
  9. 김태호·진장원·원제무(2008), “계층분석법을 이용한 보행자 서비스 질 영향인자분석”, 한국도로학회지 제10권 3호, pp.69~77
  10. 건설교통부(2001), “도로용량편람 : 보행자 서비스 수준 분석”.
  11. 이수일·원제무·김태호·김용석(2002), “보행 잔여신호기 도입에 따른 보행행태 변화에 관한 연구”, 국토계획, 제39권 1호, 2002. pp.263~272.
  12. 임진경·신혜숙·김형철(2004), “유형별 보행자도로의 서비스수준 평가기준 설정”, 대한토목학회 논문집 제24권 제 5-D호, pp.723~728.
  13. 장준호·송혜진·이보연·이재미(2005), “보행환경개선을 위한 「걷고 싶은 거리 만들기」 추진에 관한 연구 : 걷고 싶은 녹화거리 조성사업 중심으로”, 지역사회개발학회논문집 제30권 3호, pp.37~52.
  14. Bruce W. Landis·Venkat R. Vattikuti·Russell M. Ottenberg·Douglas S. McLeod, Martin Guttenplan(2002), “Modeling The Roadside Walking Environment A Pedestrian Level of Service”, TRB No. 01-0511.
  15. TRB National Research Council(2000), “Highway Capacity Manual 2000 : Pedestrian LOS Evaluation”, Transportation Research Board.
  16. John. S. Miller·Jeremy A.·Biglow, and Nicholas J. Garber(2000), “Calibrating Pedestrian Level-of-Service Metric with 3-D Visualization”, TRR 1705.
  17. Jaskiewicz, F(2000), “Pedestrian Level of Service Based on Trip Quality”, Transportation Research Circular, TRB.
  18. Jonathan Byrd·Virginia P. Sisiopku(2006), “Comparison of Level of Service Methodologies for Pedestrian Sidewalks”, TRB Annual Meeting.
  19. Martin Guttenplan·Beverly Davis·Ruth Steiner·Demian Miller(2003), “Planning Level Areawide Multi-Modal Level-of-Service (LOS) Analysis”, TRB No. 03-2997.
  20. DRA(2007), “Pedestrian and Bicycle Level of Service Road Segments”, Danish Road Administration, pp.10~14.
  21. Sheila Saker(2003), “Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways In Major Activity Centers”, TRB Annual Meeting, 2003.
  22. Thambiah Muraleetharan(2004), “Method to Determine Overall Level-of-Service of Pedestrian on Sidewalks and Crosswalks based on Total Utility Value”, TRB Annual Meeting.
  - 23 Thambiah Muraleetharan(2004), “A Study on Evaluation of Pedestrian Level-of-Service along Sidewalks and Crosswalks using Conjoint Analysis, Jpurnal of Infrastructure Planning”, Japan Society of Civil Engineers Vol. 21 No. 3, 2004. pp.727~735.
  24. Thambiah Muraleetharan(2005), “Method to Determine Pedestrian Level-of-Service for Crosswalks at urban Intersections”. EAST Vol. 6, pp.127~136.
- ♣ 주 작 성 자 : 김태호  
 ♣ 교 신 저 자 : 박제진  
 ♣ 논문투고일 : 2009. 1. 7  
 ♣ 논문심사일 : 2009. 2. 9 (1차)  
                   2009. 2. 16 (2차)  
 ♣ 심사판정일 : 2009. 2. 16  
 ♣ 반론접수기한 : 2009. 6. 30  
 ♣ 3인 익명 심사필  
 ♣ 1인 abstract 교정필