

# 계층분석법을 이용한 웹 기반 GIS 보행환경측정 시스템 개발 Development of Web Based Walking Environmental Measurement System Using the Analytic Hierarchy Process Approach

주용진\* · 이수일\*\* · 김태호\*\*\*  
Joo, Yong Jin · Lee, Soo Il · Kim, Tae Ho

## 要 旨

본 연구의 목적은 보행 공간 특성에 따른 보행 환경 구성요소를 정량적 지표로 단순화 시킨 보행 지수를 개발하여, 도시 전체 가로는 물론 도시 내 근린 주거 단위의 전반적인 친 보행 환경 정도(쾌적성, 미관)와 보행자의 이동 편의성을 측정하고 이의 결과 시각화 할 수 있는 웹 기반 GIS 시스템을 개발하는 것이다. 이를 위해 우선, 국내외 선행연구에서 GIS로 정량화 할 수 있는 지표를 반영하여 보행환경 평가가 가능한 지표를 개발하고 적용하였다. 또한, 평가지표 개발을 위해서는 계층분석법(AHP:Analytic Hierarchy Process)을 활용하였으며 GIS 웹 서비스 연동을 통해 연구 지역에 대한 보행환경 평가 결과를 가시화하였다. 본 논문에서 제시한 측정 모형은 실제 물리적인 보행 공간을 기반으로 가상의 시스템에 적용되어 보행 이동 패턴의 가시화, 보행 환경의 쾌적성과 편의성 평가, 예측에 활용될 수 있을 것이다.

핵심용어 : 웹 GIS, 보행환경평가, 보행자, AHP 분석

## Abstract

This paper aims to develop a web based GIS system which is able to evaluate and visualize the overall degree (in terms of pleasantness and aesthetics) of pedestrian friendliness of the environment, as well as pedestrians' convenience through a Walkability Indicators that simplify pedestrian environment elements into a quantitative index in accordance with characteristics of pedestrian space. To make this goal come true, we developed and applied Walkability index which can measure the pedestrian environment through reflecting quantitative Indicators based on GIS supplementing the limit of Literature Review. In addition, in order to develop index we utilized AHP(Analytic Hierarchy Process) and we displayed measurement result on study area through web GIS Services.

The proposed pedestrian measurement system is expected to be applicable in the visualization of pedestrian movements and the evaluation of convenience levels of pedestrian environment.

Keywords : Web GIS, Walking Environmental Evaluation, Pedestrian, AHP(Analytic Hierarchy Process)

## 1. 서 론

「지속가능한 개발(Sustainable Development)」이라는 새로운 도시계획 패러다임의 등장으로 보행권에 대한 중요성이 더욱 높아지고 있으며, 보행자 이동권 확보를 위한 측정 지표 관련 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 특히, 국내보다 자동차 대중화를 일찍 경험한 선진국에서는 도시의 인간성과 쾌적성을 회복하기 위한 정성적 측면(QOS : Quality of Service)의 지표개발에 초

점을 맞춘 연구들이 진행되고 있다. 하지만 정성적 지표를 활용할 경우 조사방법론 측면에서 일부 한계점이 발견되고 있다. 다시 말해, 정성적 지표를 활용하는 연구의 경우 보행자(이용자)를 대상으로 시행하는 설문조사 방법이 널리 사용되고 있는데, 설문조사 의 경우 중요도(만족도)에 대한 응답이 왜곡될 가능성이 크고 응답자의 경험의 한계에 따라 답변이 고르지 않게 나올 위험성을 내재하고 있다. 또한, 조사비용과 시간에 대한 제약으로 인하여 실제 적용성이 다소 어려운 점을

2010년 12월 30일 접수, 2011년 1월 27일 채택

\* 정희원 · 서울시립대학교 도시과학연구원 융합도시연구센터 연구교수(yjjoo75@uos.ac.kr)

\*\* 현대해상화재보험 교통기후환경연구소 연구위원(sooillee@hi.co.kr)

\*\*\* 교신저자 · 서울시립대학교 도시과학연구원 융합도시연구센터 연구교수(traffix@uos.ac.kr)

들 수 있다. 이러한 기존 연구의 한계점을 해결하기 위한 본 연구의 목적은 보행 공간 특성에 따른 보행 환경 구성요소를 정량적 지표로 단순화 시킨 보행 지수를 개발하고, 도시 전체 가로는 물론 도시 내 근린 주거 단위의 전반적인 친 보행 환경 정도(쾌적성, 미관)와 보행자의 이동 편의성과 접근성을 측정하고 이를 시각화 할 수 있는 시스템을 개발하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 우선 정성적 지표를 활용한 측정방법에 대한 한계점을 기초로 연구의 방향을 설정하고, 보행환경 평가 관련 국내외 선행연구 고찰을 통해 보행 이동 공간에 대해 GIS로 정량화 가능한 측정지표를 설계하였다. 둘째, 설계된 측정 지표를 토대로 현장조사를 통해 자료를 수집하고, 결과를 입력하여 분석의 틀을 위한 GIS DB를 구축하였다. 셋째, 보행환경 측정항목 간의 중요도(Weight)를 고려하기 위하여 전문가 설문조사를 활용한 계층분석법(AHP : Analytic Hierarchy Process)을 적용하여 종합 지수개발을 제시하였다. 마지막으로 사례지역에 본 연구에서 설계한 보행환경지표를 적용한 웹 기반 보행 환경 측정 시스템을 개발하고 분석 결과를 통해 시사점을 제시하였다.

## 2. 보행환경 측정을 위한 지표 설계

### 2.1 보행 환경 평가 지표 설계에 관한 선행 연구 고찰

국내외 보행환경 측정과 관련된 지표개발 연구는 정량(Quantitative)과 정성적(Qualitative) 평가로 구분할 수 있다. 첫째, 정량적 평가지표에 대한 연구를 살펴보면, John. J. Fruin(1997), 김경환(1998), Bruce W. Landis(2002), 미국도로용량편람(Highway Capacity Manual 2002), Martin Guttenplan(2003), 도로용량편람(2005), Jonathan Byrd(2006), New York City Pedestrian Level of Service Study Phase(2006) 연구는 대표적 정량지표<sup>1)</sup>인 보행량과 유효폭원 등을 활용한 보행밀도를 평가지표로 사용하였으며, 서비스 수준을 A(자신이 원하는 이상적 경로로 이동 가능한 수준)~F(타 보행자와 빈번한 접촉이 되는 수준)로 구분하여 제시하였다. 이러한 정량적인 방법은 서비스수준(LOS)산정이 간편하나 자동차도로의 서비스수준을 응용하였기 때문에, 보행속도가 떨어지거나 보행밀도가 높아지면 보행환경의 서비스수준(LOS)이 감소하는 논리를 적용하고 있어 현실적으로 보행만족도가 높기 때

문에 보행밀도가 높아지는 ‘걷고 싶은 거리’ 또는 편의 시설들이 집중된 역세권 보행환경에 적용할 경우 왜곡된 결과가 도출된다. 따라서 이동성에 초점을 맞추기 보다는 다양한 유형(Link, Node)과 요인(안전성, Network, 편의시설 등)을 정량화하고 종합할 수 있는 보행서비스 수준 산정방법이 필요하다고 판단된다.

둘째, 정성적 평가지표에 대한 연구를 살펴보면, Jaskiewicz(2000), John. S. Miller(2000), Sheila Saker(2003), Thambiah Muraleetharan(2004, 2005), Moudon A. V(2003, 2006), 김태호(2008)의 연구에서는 도시설계, 계획, 교통 분야에 해당하는 관련 논문들과 정부기관 등에서 사용하는 평가지표들을 도출하고, 지표간 가중치(Weight) 또는 Checklist를 활용한 실증분석을 제시하였다. 정성적인 연구의 대표적인 방법론은 보행자를 대상으로 설문조사(만족도)를 활용하여 결과를 제시하였다. 김태호(2008)의 연구에서는 정성적인 측정항목을 활용하여 도로용량편람(2005)의 이동성을 보완하는 정성적 평가지표와 가중치(Weight)를 제시하였다. 걷고 싶은 미국 만들기 전국연대(Partnership for Walkable America)에서는 국민들의 동네 보행환경 진단 프로그램을 개발하여 제시하고 있다. 세부적인 항목으로는 보도 및 차도횡단 문제, 운전자행태, 보행법규준수 여부, 보행환경에 대한 만족도 등이 포함되어 있는데, 쉽게 작성되어 있는 각각의 질문에 답을 하고 점수를 매긴 뒤, 해결책을 스스로 찾아보게 하는 방식으로 구성되어 있다. Pedestrian Policies and Design Guidelines(2005)의 연구에서는 보행환경의 질을 평가하기 위한 설문조사 작성을 제시하였으며, 측정항목으로는 시설, 안전, 치안, 미관, 흥미, 보행행태, 대중교통시설 접근 등을 언급하였다. Cifton(2006)의 PEDS(Pedestrian Environment Data Scan)의 연구에서는 환경, 보행자시설, 도로속성, 접근성에 대한 35개의 평가지표를 활용하여 보행환경을 평가하였다.

다음으로 지리 정보 시스템(GIS)과 웹 서비스와 연계한 평가지표 관련 연구가 증가하고 있으며, 최근 Walkability, Walking Score라는 개념을 도입하여 보행자들의 행태에 영향을 미치는 환경들을 평가하기 위해 미국 및 호주 지역을 대상으로 연구가 수행되고 있다. 보행 영향요인을 지리 정보 시스템(GIS)과 웹에 적용하여 실증분석을 제시하였다. 지금까지 살펴본 보행 관련 국내외 선행연구들을 중심으로 GIS에 적용할 수 있는 측정 지표를 1차적으로 요약 정리하였으며, 표 1과 같다.

1) 일부 연구에서는 차량요인(교통량, 평균속도), 보행 방해물, 버스정류장, 포장상태, 주차여부, 차로수 등이 일부 고려되기 함.

표 1. 보행환경 평가지표 관련 국내외 연구 종합표

연구자(연도)	평가 지표(Criteria)
John. J. Fruin(1997)	보행교통량, 보도 폭원
김경환(1999)	보행교통량, 보도 폭원
도로용량 편람(미국 : 2000)	보행교통량, 보도 폭원, 방해폭원, 보행자지체
John S. Miller(2000)	시설물, 기하구조(보도, 횡단보도), 조명
Jaskiewicz F.(2000)	보도폭원, 여유 공간, 차량속도, 노상주차
도로용량 편람(2001)	보행교통량, 보도 폭원, 방해폭원, 보행자지체
Bruce W. Landis(2001)	보도폭, 연석, 차로폭, 노상주차, 교통량 등
Shelia Shaker(2003)	보도 연속성, 포장, 보행환경(대기, 소음) 등
김정현(2002)	보행류율, 대기공간
김건영(2002)	보행굴곡도(비율), 보행속도
임진경(2004)	보행교통량, 보도 폭원, 방해폭원, 보행속도
Danish(2007)	보도폭, 포장상태, 장애물, 연결성, 안전성 등
김태호(2008)	보행량, 보행신호, 기하구조, 보도유지관리

표 2. GIS 네트워크 DB 유형별 연계 가능한 보행 환경 측정지표

지표 종합		주요 내용	공간 엔터티 유형
이동성	횡단보도	보행자가 안전하게 횡단가능하게 하는 시설로, 없는 경우 차량 충돌의 잠재 위험 존재	네트워크 노드 (교차로)
	신호등	보행자에게 교차로 횡단할 수 있는 충분한 시간(횡단속도 포함) 제공을 통한 안전도 향상	
	대각횡단보도	모든 방향의 차량이 멈췄을 때 보행자들이 모든 방향으로 길을 건너게 하는 횡단보도 유형	
	교통정온화시설	차량 저속 주행을 유도하여 소음, 사고를 감소시켜주는 시설(보행, 자전거 통행자 안전)	
안전성	차로수	도로용량, 속도, 보행활동과 관련이 깊으며, 차로 수가 감소할 경우 보행자 안전성 향상	네트워크 링크 (보행축)
쾌적성	보행로 폭	보도의 폭은 안전 수준을 결정하는데 근본적인 요소보행자가 거리를 걸어갈 때 편안함 줌	
	보행 장애물	보도의 돌출, 균열, 구멍과 기둥, 표지판, 주차된 차량, 나무, 쓰레기통 등은 장애물 임	
	연석	차량과 보행로 사이에 물리적 분리 역할을 하여, 운전자가 보도에 주차하는 것을 막는 역할	
	보도차량진출입	주차장으로 인해 차량과 보행자의 잠재적 충돌지점이 생성되며, 보행자의 통행을 방해함	
	가로수/화단	도시의 경관을 구성하며, 보행자의 심미적 만족스러움을 제공하는 시설	
	공공벤치	교통약자(노인, 장애인 등)의 휴식을 제공함으로써 보행에 도움을 주는 시설	
	완충시설	자전거 도로, 평행 주차와 보행자를 위한 완충물이 되는 중요 가로 시설(수평적 분리 역할)	
편의성	역사박물관	역사관련 고유 건축물이 포함된 혼합 토지 이용은 보행 환경을 미적으로 더욱 향상	
	유형별 점포수	상업 편의시설(가로지향, 목적지향, 일상용도)은 보행자의 만족도에 영향을 주는 서비스를 제공하는 시설로서, 보행 목적에 따라 점포의 용도별 개수 조사	
환경성	쓰레기통, 조명(가로등)	방치된 쓰레기, 유리조각, 보행자 조명을 포함한 거리의 청결함은 안전성 인식 중요 요소	
	공사 지역	보행 흐름을 방해(공사차량, 기계로 인한 보도 차단)하고 위험요소를 생성하는 지역임	
	버려진 집	지역 인프라 열악함 설명, 보행자들의 불편함이나 범죄에 대한 두려움 증가	

주 1 : 신호등에 포함된 횡단시간(속도)의 경우 횡단 시 보행자가 인지할 수 있는 횡단편의성과 관련되어 별도로 분리하여 적용함.

표 3. 보행권역 설정을 위한 국내외 연구 종합표

연구자 (연도)	반경거리(m)	비 고	
김대웅 유영근 최한규 (2002) <sup>3)</sup>	오사카	360~720m	
	동 경	500	거리누적비율 90%이내
	Baltimore	600	
	Los Angeles	530 / 800	유형(도심, 비도심) 구분
	Calthrope	400	전철역사 중심 권역
박소현, 최이명, 서한림(2006)	400~500	전철역사 주변으로 10분 도보거리	
신예지, 이용배, 여흥구(2008)	400	수용인원 5,000명, 상점, 공공시설 이용가능범위	
서정화, 이명훈, 전병혜(2008)	400~500	전철역사 주변으로 10분 도보거리	
최유란, 이명훈, 전병혜(2009)	250	구시가지는 기준 500보다 낮은 기준 적용필요.	

## 2.2 보행 환경 측정 지표 설계

국내의 보행 평가 지표 및 GIS를 활용한 연구를 통해 다음과 같은 연구의 착안점을 도출하여 보행자 측정 종합 지표를 설계하였다. 첫째, 정성적 평가지표와 관련된 연구에서는 설문조사<sup>2)</sup> 방법이 가장 널리 사용되고 있으며, 이에 대한 문제점들이 지적되고 있다. 하지만, 설문조사 방법의 경우 중요도(만족도)에 대한 응답이 왜곡될 가능성이 크고 응답자의 경험의 한계에 따라 답변이 고르지 않게 나올 위험이 있어 이에 대한 개선이 필요하다. 정성적 평가지표로 인해 발생할 수 있는 문제점을 해결하기 위해서 GIS를 활용한 정량적 지표 개발이 필요하다고 판단된다. 둘째, 보행환경을 측정할 경우 교통 및 물리적인 특성에 초점을 맞춘 연구들이 대부분으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 선행연구에서 고려가 미흡하다고 판단되는 보행자 영향 요인인 보행 접근성(Network), 보행안전성(횡단보도, 신호등), 물리적 특성(보행 폭, 차로 수, 완충시설 등), 보행편의성(유형별 점포, 편의시설)등을 종합적으로 고려할 수 있는 지표개발 연구가 필요하다. 그러므로 GIS를 활용한 보행환경 측정을 위한 지표 선정은 선행 연구 내용을 검토하고, 보행자 환경지수 개발을 위하여 이동성, 안전성, 편의성, 쾌적성, 환경성 측면(정성적 요소)에서 GIS의 노드(교차로)와 링크(보행축)로 정량화 할 수 있는 지표들을 설계하였다(표 2).

## 2.3 보행 환경 측정 시스템 개발을 위한 전제

보행환경측정 시스템 개발을 위해서는 세부적으로 보행권역, 편의시설유형구분, 보행환경측정지표 다양화에 대한 전제가 필요하다.

- 2) 보행만족도를 포함한 서비스수준 연구에 대한 선행연구 고찰을 토대로 살펴보면, 실제 기하구조와 관련된 정량적인 조사(보도유형, 보행량, 보도폭원 등)와 보행자의 만족도와 관련된 정성적 조사(보도이용행태, 환경성 등)로 구분하여 적용함.
- 3) 김대웅, 유영근, 최한규(2002)의 연구 중에서 p179 내용을 재구성함.

## 2.3.1 보행권역에 대한 정의

표 3과 같이 보행권을 산정하기 위해 보행권역에 대한 다양한 연구결과를 검토를 통해 보행권역은 500m로 설정하였다. 즉, 보행권역과 관련된 선행연구 검토 결과 역세권을 중심으로 도보권을 설정하고 있으며, 평균 500m를 도보권(완충지역 100m포함)으로 설정하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

## 2.3.2 보행권역의 편의시설(Amenities) 설정

보행자의 목적지에 해당하는 점포의 용도조사는 보행자들의 움직임에 가장 많은 영향을 미치는 1층에 위치한 점포로 한정<sup>4)</sup>하고 용도조사는 표 4에 나타난 용도 분류표를 기준으로 유형화하였다. 가로지향형점포의 경우, 불특정 다수의 보행자를 대상으로 이들의 즉각적인 반응을 유도하는 목적을 가진 점포들로 이런 점포들은 특정한 구매를 위한 목적이나 동기 없이 지나가는 보행자를 주 고객으로 상정하기 때문에 가로와의 관계에 직접 의존한다고 할 수 있다. 반면 목적 지향형 점포는 특정 구매의지나 행위를 목적으로 가진 사람들을 위한 점포들과 함께 특정인을 위한 업무용 상업공간까지를 포함하였는데, 이러한 점포를 찾는 사람들은 특정한 목적과 의도를 지니고 있기 때문에 가로에 대한 의존 정도가 상대적으로 낮다고 할 수 있다. 일상용도점포는 가로지향형과 목적 지향형 점포와 중첩이 되지 않으면서 보행권역에 사는 상주 거주자들을 위한 점포들을 주로 포함하는 것으로 판단해 볼 수 있다.

## 3. 보행 환경측정 시스템 설계와 적용

### 3.1 AHP를 이용한 보행 환경 측정 지표 점수 산정

보행환경측정을 종합적으로 측정하기 위해서는 측정

- 4) 최윤경, 권영환(2003), 서정화, 이명훈, 전병혜(2008)의 연구에서는 점포의 경우 1층 용도를 대상으로 가로 지향, 목적지향, 일상용도로 구분하였으며, 본 연구에서는 이를 활용함.

표 4. 보행자 편의시설 분류

구분	세부내용	
가로 지향형 점포	패션	화장품, 의류품 등
	액세서리	귀금속, 안경 등
	위락	커피숍, 유흥주점, 호프, 극장 등
	오락	오락실, 당구장 등
목적 지향형 점포	금융	은행, 보험, 증권 등
	근린	슈퍼, 목욕탕, 이발소, 부동산 중개업소 등
	업무	관공서, 일반사무소(회계, 변호 등) 등
	식당	대중음식점, 레스토랑 등
일상 용도 점포	전자	가전제품, 컴퓨터, 전화
	건축	건축자재(목재, 타일 등), 수리점 등
	인쇄	인쇄, 복사, 간판 등
	의료	약국, 병원, 의원 등
	교육	학원(미술, 음악, 입시 등)
	자동차	자동차판매, 세차장, 주유소 등
숙박	여관, 호텔	

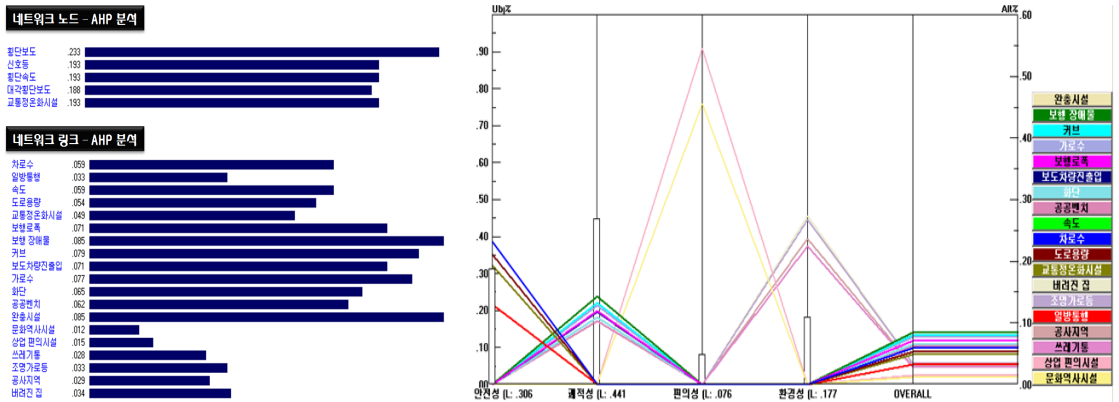


그림 1. AHP 분석 결과 : 대안별 중요도 및 Performance Sensitivity 분석

항목간 중요도를 상대적으로 고려하는 것이 필요하다. 중요도와 관련된 가중치 산정을 위해서는 계층분석법(AHP : Analytic Hierarchy Process)을 적용하였다. 이 분석법은 의사결정의 목표, 또는 평가기준이 다수이며 복합적인 경우 상호 배반적인 대안들의 체계적인 평가를 지원하는 의사결정지원기법(decision support system)의 하나로 정성적(qualitative) 요소를 포함하는 다기준 의사결정(multi-criteria decision making)에 널리 사용된다. 이를 위해 전문가 집단의 경우 학계(50%), Engineering(33%), 공무원(17%)로 구분하여 다양한 보행관련 전문가들의 의견을 수렴하였다. 회수된 다수의 설문결과의 기하평균을 내서 각 쌍대 비교 값을 단일화시키고, 단일화된 결과를 모아서 AHP분석을 실시하였다. 전문가 쌍대비교 설문을 활용하여 가중치를 산정할 경우 설문조사결과의 신뢰성을 판단하는 것은 매

우 중요하다. CR 분석결과 값<sup>5)</sup>은 0.073(7.3%)로 유의성에 있어서는 크게 문제시 되지 않는 것으로 판단되며 각 측정요소별 계층 구조 분석을 통한 가중치를 산정 결과는 그림 1과 같다. 가중치 분석결과, 쾌적성(0.441), 안전성(0.306), 편의성(0.203), 환경성(0.177) 순으로 중요함을 알 수 있었다. 이러한 원인은 보행자의 전반적인 이동로(보도, 횡단보도)에 대한 결과이기 때문에 상업 편의시설 / 토지이용이나 환경성에 대한 중요도가 상대적으로 낮게 나온 것으로 판단된다.

표 5, 6과 같이 보행자의 종합적인 이동경로에 따른 점수를 측정하기 위하여 주요 보행 축(네트워크 링크)과 교차로(네트워크 노드)에 대한 지표로 구분하였다.

5) Consistency Index : 일관성지수, 0~1값을 가지며, 일반적으로 0.1(10%)이하인 경우 일관성이 유지되며 응답자의 답변을 신뢰할 수 있음

표 5. GIS 이용 수준별 보행 측정지표 점수화 - 네트워크 교차 노드

측정 지표 (가중치)	측정 요소	GIS 속성 도메인	도메인 가중치
이동성 (1.00)	횡단보도	5방향이상	0.23
		4방향	0.20
		3방향	0.15
		2방향	0.11
		1방향	0.07
	신호등	5방향이상	0.19
		4방향	0.15
		3방향	0.10
		2방향	0.08
		1방향	0.06
	횡단속도	1m/sec이상	0.193
		1m/sec미만	0.43
	대각횡단보도	존재 (유)	0.19
		존재 (무)	0.05
	교통정온화시설 (과속방지턱, 부분거래폐쇄, 로터리 등)	5개 이상	0.19
		3개 이상	0.17
		1개 이상	0.15
		없음	0.09

우선, 교차로에 대한 보행 환경 측정은 이동성 측면에서 신호 및 차량에 의해 방해받는 횡단 시설에 따른 측정 점수를 부여하였고, 보행자의 흐름을 고려하기 위해서는 링크 구간에 대해 보행 안전성, 쾌적성, 편의성, 환경성에 대한 지표를 나누어 측정하였다. 또한, 도시적 요소(토지이용, 편의시설, 거리의 미적 디자인 부문)를 측정하기위해 도시 계획과 토지이용에 대한 유형별 편의시설에 대한 상대적인 가중치를 적용하여 혼합 토지 이용에 대한 보행 선호도를 반영할 수 있도록 하였다. 결과적으로 개별 측정 지표 점수는 지표 항목 내에 측정 요소 별 도메인 가중치의 합과 해당 측정 지표 가중치를 곱하여 계산된다. 또한 전체 지표 점수는 개별 측정 지표 점수들 간의 합으로 계산될 수 있다. GIS에 입력된 결과와 측정 항목 간 가중치를 종합적으로 산출하여 점수를 산정하며 이 점수로 보행자 점수별 서비스 질(QOS)을 설명할 수 있다.

### 3.2 보행 환경 측정지표 적용 및 결과 분석

보행환경 측정지표를 해당역을 대상으로 적용하고 평가하였다. 측정을 위해서는 특정 일반구간, 교차로 식별자를 이용하여 공간을 종합화하고, 계산된 결과를 시각화 한다. 세부적인 사례분석 과정으로 우선, 설계된 지표에 따라 GIS DB 구축 내역을 현장 및 문헌조사로 수집하였다. 둘째, 2차선 이상의 도로를 대상으로

신뢰성 있는 자료를 제공하는 한국 교통연구원(KOTI)의 교통 주제도(Level 2)에 입력된 각 링크 와 노드 별로 조사된 항목 값을 지오 코딩하였다. 셋째, 최종적으로 보정된 측정값을 합산하여 표준화 및 정규화과정(0~100)을 거쳐 각 지역의 구간별 종합 측정된 점수를 산정하였다. 넷째, GIS Map에 측정 점수를 시각화 하기위하여 점수 부여 의미에 따라 5개의 등급으로 구분하여 단계구분도로 표현하였다. 해당역을 대상으로 보행환경을 측정한 결과는 그림 2와 같다.

사례 분석결과, 사당로, 서초로, 동작대로, 효령로가 0.8 이상으로 보행 환경이 좋은 것으로 측정되었다. 해당역 주변 측정결과를 살펴보면 대로변이 상대적으로 보도 설계와 차량 교통에 따른 경관 및 보행 편의시설과 접근성이 좋은 지역으로 높은 점수가 부여되어 전체적으로 대로변은 좋은 점수, 이면도로는 낮은 점수로 평가되고 있다. 또한, 사당로(0.949, 1순위), 서초로(0.946, 2순위), 동작대로(0.879, 3순위)로 나타났다. 하위 그룹의 경우 뒷별공원길(0.229), 뒷별1길(0.237), 학수길(0.351)로 나타났다. 상대적으로 보행네트워크의 만족도는 격자형 구조를 가지는 도로망의 역세권이 높은 것으로 나타났는데 사당로, 서초로, 동작대로와 같이 연결도와 연결성 및 충분한 보도폭원 및 휴게시설을 가지고 있는 구간이 높게 나타난 것으로 판단된다.

표 6. GIS 이용 수준별 보행 측정지표 점수화 - 네트워크 보행 가로

측정 지표 (가중치)	측정 요소	GIS 속성 도메인	도메인 가중치
안전성 (0.306)	차로수	4차선이상	0.23
		3차선	0.21
		2차선	0.18
		1차선	0.08
		차선 없음	0.04
	일방통행	무	0.13
		유	0.09
	속도	64.3 km/h 이상	0.23
		48.28km/h 이상	0.17
		32km/h 이상	0.10
		32km/h 미만	0.02
	도로용량	10,000 대 이상	0.21
		5,000 대 이상 10,000 대 미만	0.17
		1,000 대 이상 5,000 대 미만	0.10
1,000 대 미만		0.06	
교통정온화시설	있음	0.19	
	없음	0.06	
쾌적성 (0.441)	보행로폭	3.6m이상	0.12
		2.4m이상	0.10
		1.5m이상	0.07
		1.5m미만	0.04
		없음	0.01
	보행 장애물	파열, 돌출 등	0.14
		없음	0.08
	커브	커브0	0.13
		없음	0.05
	보도차량진출입	5개 이상	0.12
		5개미만	0.08
		없음	0.04
	가로수	연속 형태	0.13
		불규칙(산발)형태	0.09
		없음	0.05
	화단	있음	0.11
		없음	0.05
	공공벤치	있음	0.10
		없음	0.05
완충시설	자전거도로, 평행주차장	0.14	
	평행주차장	0.09	
	자전거도로, 평행주차장	0.09	
	없음	0.03	
편의성 (0.076)	문화/역사시설	있음	0.46
		없음	0.19
	상업 편의시설(유형별 점포)	3개 이상	0.55
		1개 이상	0.38
환경성 (0.177)	쓰레기통	없음	0.25
		있음	0.22
		없음	0.09
	조명 (가로)등	있음	0.27
		없음	0.09
	공사 지역	있음	0.24
		없음	0.12
	버려진 집	있음	0.27
없음		0.09	

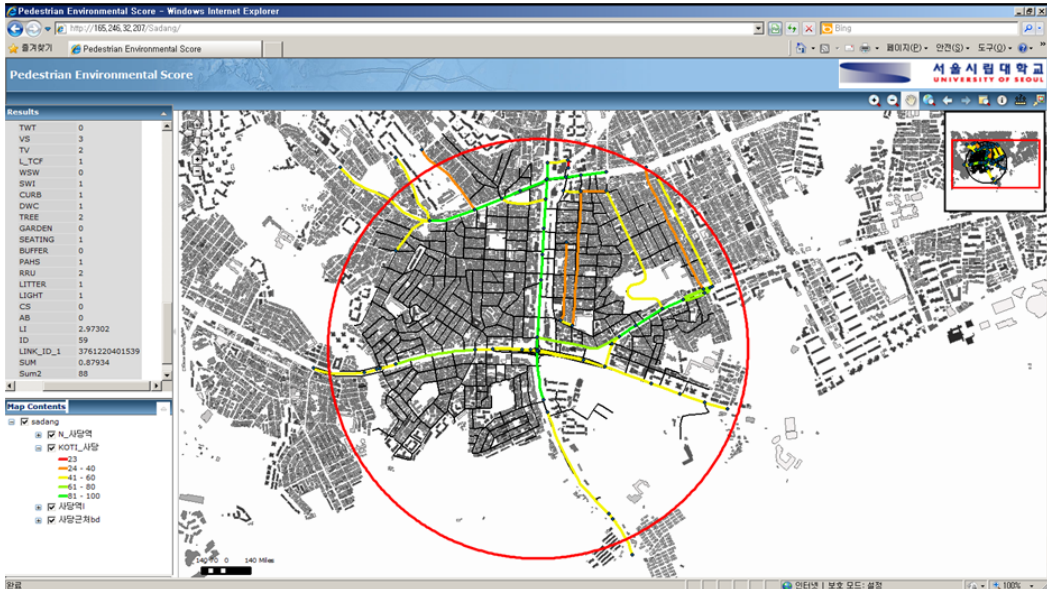


그림 2. 보행 환경 측정 시스템을 통한 평가 결과

#### 4. 결론

최근 들어 녹색교통 중심의 저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth) 도시가 이산화되면서 보행자의 이동권 확보에 대한 효율적인 설계가 정부의 주요 정책과제로 등장하고 있다. 이에 본 연구에서는 보행자 이동공간의 환경수준을 분석하여 현재 상태 및 향후 발전방향을 제시하기 위해 필요한 정량적 측정지표와 이를 적용한 보행환경 분석 시스템을 개발하고자 하였다. 이를 위해 우선, 보행자의 이동공간을 측정하기 위해 선행연구의 정성적인 지표들을 검토하여 정량적으로 표준화되게 측정 가능한 지표만을 선별하였다. 보행자 이동공간에 대한 지수 개발을 위해서는 보행자의 이동공간 중 가장 대표적인 보행 축과 교차로로 구분하여 진행하였다. 특히, 보행축의 경우는 이동성, 안전성, 편의성, 쾌적성, 환경성 측면의 세부 지표로 분류 할 수 있었다. 앞서 언급한 지표들을 활용하여 정량화 할 수 있는 것을 알 수 있었으며 정규화된 측정값을 사용하였다. 특히, 측정지표의 중요도를 고려하여 종합점수를 산정하기 위한 방안으로 계층분석법(AHP)방법을 활용한 가중치(Weight)를 산정하였고 웹 GIS를 활용한 사례 연구를 통해 지표의 적용 가능성을 제시하였다. 본 연구에서 제시하는 웹 기반 GIS 보행환경측정 시스템은 실제 물리적인 보행공간을 기반으로 가상의 시스템에 적용되어 보행 이동 패턴의 가시화, 보행 환경의 쾌적성과 편의성 평가예측에 활용될 수 있을 것이다.

하지만, 본 연구에서는 시간과 비용의 제약으로 인하여 다음의 사항을 향후 연구과제로 제시한다. 첫째, 서울시의 특정지역을 중심으로 보행환경지표를 개발하였으나, 향후 서울을 포함한 수도권 전체 보행가로 공간으로 범위를 확대하는 것이 필요하다고 판단된다. 둘째, 편의시설(Amenities)의 유형을 크게 3가지 측면에서 구분하여 거시적으로 구분하였으나, 보행자의 이용행태를 더욱 잘 반영할 수 있도록 백화점, 놀이동산 등의 대규모 편의시설에 대한 유형을 확대할 필요가 있다고 판단된다. 셋째, 본 연구에서 지표개발의 주요한 축인 보도, 교차로 영향요인 간에는 일부 다중공선성이 존재할 가능성이 있어 분석방법 측면에서 중복성을 고려할 수 있는 네트워크분석법(ANP : Analytic Network Process)에 대한 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

#### 감사의 글

이 논문 또는 저서는 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF- 2009-413-D00001)

#### 참고문헌

1. 김건영, 김형철, 오승훈, 2002, "주거지역 이면도로의 보행행태특성 분석", 대한토목학회 논문집 제22권 제2-D호.



2. 김경환, 박상훈, 김대현, 2006, “*퍼지근사추론을 이용한 보행 서비스수준 산정*”, 대한토목학회 논문집 제26권 제2-D호.
3. 김대용, 유영근, 최한규, 2002, “*지하철 도보역세권 설정방법과 적용에 관한 연구*”, 국토계획 제37권 5호.
4. 김정현, 오영태, 손영태, 박우신, 2002, “*보행자 시설 서비스 수준 산정에 관한 연구*”, 대한교통학회지 제 20권 제1호.
5. 김태호, 이용택, 황의표, 원제무, 2008, “*CART 분석을 이용한 신도시지역의 지하철 역세권 설정에 관한 연구*”, 한국철도학회 논문집 11권 3호.
6. 김태호, 이수일, 주용진, 노정현, 2010, “*역세권 보행 환경지수(WES) 개발 및 적용*”, 교통기술과 정책 제7 권 제3호.
7. 도로용량편람 : 보행자 서비스수준 분석, 2001, 건설교통부.
8. 양동양, 1993, 도시주거단지계획, 기문당.
9. 이인성, 김진옥, 1998, “*도시주거지 보행경로 선택 행태에 관한 연구(GIS를 이용한 보행환경 만족도 분석)*”, 대한국토도시계획학회 제 33권 제5호.
10. 임진경, 신혜숙, 김형철, 2004, “*유형별 보행자도로의 서비스수준 평가기준 설정*”, 대한토목학회 논문집 제24권 제 5-D호.
11. 서정화, 이명훈, 전병혜, 2008, “*대학가 역세권의 보행 및 공간특성에 관한 연구*”, 대한국토도시계획학회 제43권 제2호.
12. 최윤경, 권영환, 2003, “*도시공간구조의 보행자움직임에 관한 연구*”, 대한건축학회 19권 제1호.
13. 채훈, 김태호, 최유란, 2009, “*청계천복원사업에 따른 보행자네트워크의 변화와 건축물 용도의 변화관계연구*”, 서울도시연구 제10권 제1호.
14. Bruce W. Landis, Venkat R. Vattikuti, Russell M. Ottenberg, Douglis S. McLeod, Martin Guttenplan, 2001, “*Modeling The Roadside Walking Environment A Pedestrian Level of Service*”, TRB No. 01-0511.
15. Highway Capacity Manual, 2000, Pedestrian LOS Evaluation, TRB National Research Council.
16. John J. Fruin, 1997, Pedestrian And Design, 태림문화사.
17. Jaskiewicz, F, 2000, “*Pedestrian Level of Service Based on Trip Quality*”, Transportation Research Circular, TRB.
18. John. S. Miller, Jeremy A. Biglow, and Nicholas J. Garber, 2000, “*Calibrating Pedestrian Level-of-Service Metric with 3-D Visualization*”, TRR 1705.
19. Moundon A V et. Al.,, 2003, “*An evaluation of environment audit and instruments*”, American journal of health promotion v18. N.1.
20. Pedestrian and Bicycle Level of Service Road Segments, 2007, Danish Road Administration.
21. Sheila Saker, 2003, “*Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways In Major Activity Centers*”, TRB Annual Meeting.
22. 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. 3520.
23. Thambiah Muraleetharan, 2005, “*Method to Determine Pedestrian Level-of-Service for Crosswalks at urban Intersections*”, EAST Vol. 6.
24. Jonathan Byrd, Virginia P. Sisiopiku, 2006, “*Comparison of Level of Service Methodologies for Pedestrian Sidewalks*”, TRB Annual Meeting.