

# 그린스코어 : 지속가능 친보행 환경을 위한 측정 모형 개발

2010. 06. 4

서울시립대학교 융합도시연구센터 주용진, 하은지  
서울시립대학교 공간정보공학과 전철민

도시과학연구원 대학중점연구소

5개 분야 첨단 융복합을 통한 녹색 기술 연구 거점 구축



## 1. 연구의 개요

- 1.1. 연구의 배경 및 목적
- 1.2. 연구의 범위와 방법

## 2. 기존 연구 고찰

- 2.1 보행 평가 지표 관련 선행 연구 고찰[국내]
- 2.2 보행 평가 지표 관련 선행 연구 고찰[국외]
- 2.3 국외 보행환경 평가 시스템 : Walk Score


## 3. 보행 환경 지표 구축

- 3.1 보행 환경 평가 지표 설계
- 3.2 보행 환경 평가 지표 구현

## 4. 연구 결론

- 4.1 연구 결과
- 4.2 결론 및 향후 연구





# 1. 연구의 개요





# 1.1 연구의 배경 및 목적

- 연구 배경 대중교통 지향형 개발(Transit-Oriented Development, TOD)방식의 보행자 위주의 도시 공간 조성

연구 배경	주요 내용
지속가능한 개발(Sustainable Development)	-최근 도시와 교통 분야에서는 개발과 보전이라는 두 가지 개념을 조화롭게 고려
고밀 도시 (Compact City)	-새로운 계획 패러다임에 입각한 도시 만들기 전략의 핵심은 복합 토지이용패턴과 대중 교통수단과 연계
보행 친화적 도시 환경 제공을 위한 비동력, 무탄소 교통 수단	-최근 타 교통수단으로 인해 발생하는 교통사고나 환경 오염 등의 문제들을 보완하는 녹색 교통수단 활성화
보행자의 이동권 확보	-자동차 위주의 생활패턴을 지양하고 친 보행 활동에 기반을 둔 도시정주 환경을 제공하는 것은 도시계획 및 설계에 우선

## 1.1 연구의 배경 및 목적

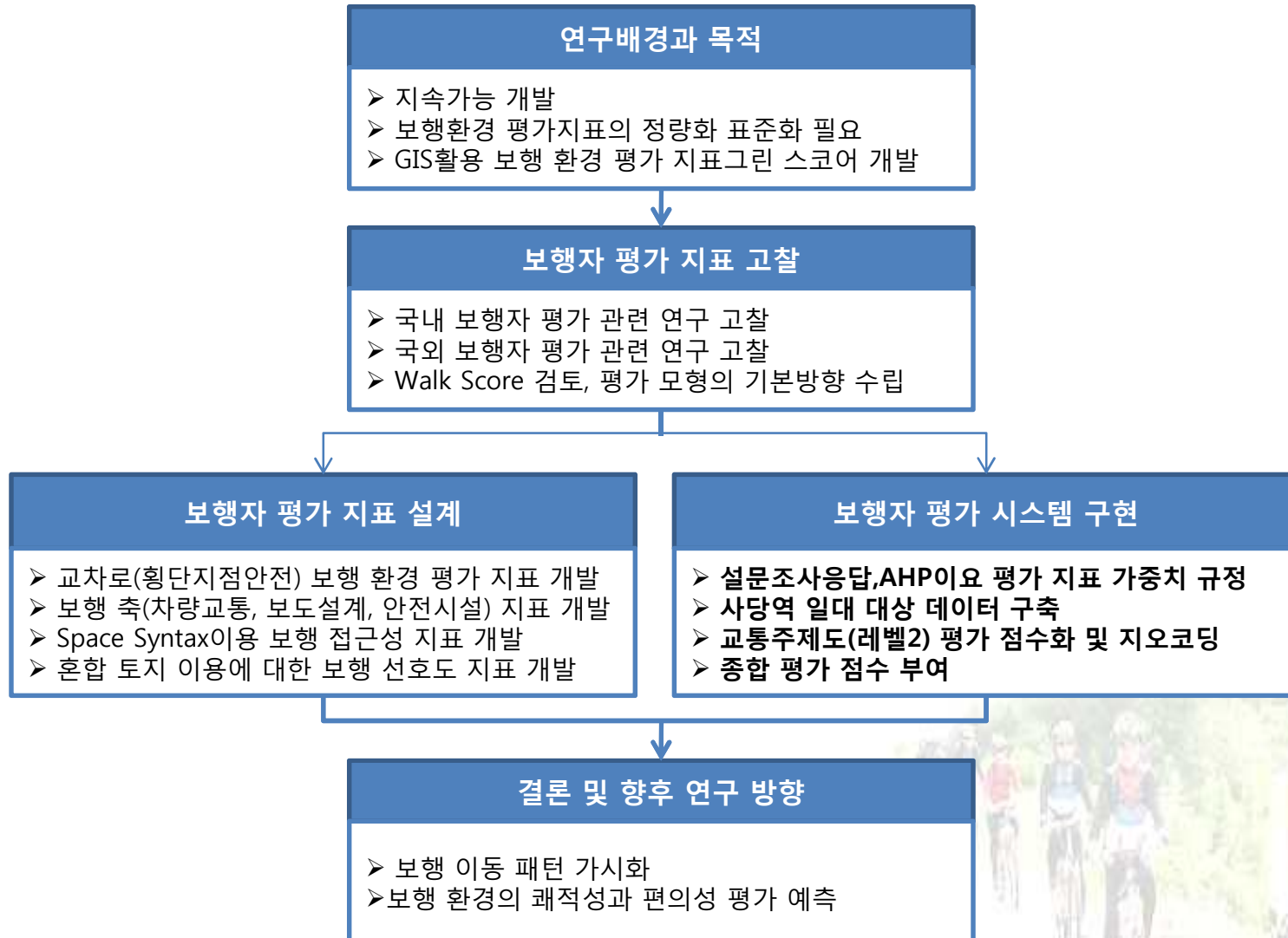
- 연구의 목적    보행자의 서비스 질(QOS:Quality of Service)을 측정하기위한 현행 조사방법 및 정성적 평가 지표로 발생할 수 있는 문제점 해결 필요

연구 목적	주요 내용
친 보행 환경 (Walkability) 평가 지표 계량화 필요	<ul style="list-style-type: none"><li>-현행 측정 변수(접근성, 연결성, 저속성, 편리성, 안전성 등)의 평가는 설문조사 사용</li><li>- 만족도에 대한 응답이 왜곡될 가능성이 크고 응답자의 경험에 따라 측정치가 고르지 않게 나올 수 있음</li></ul>
보행환경과 GIS 공간 의사결정 시스템과 결합	<ul style="list-style-type: none"><li>- 보행환경 지표를 GIS DB와 공간분석 활용하여 계량화</li><li>- 다양한 가로 보행환경 수준을 객관적으로 평가하는 것은 친 보행 환경을 구현하는데 있어 중요</li></ul>
그린 스코어(Green Score) 측정 모형 제시	<ul style="list-style-type: none"><li>-보행 공간 특성에 따른 보행 환경 구성요소를 정량적 지표로 단순화 시킨 보행 지수 개발</li><li>- 친 보행 환경 정도(쾌적성, 미관)와 보행자의 이동 편의성과 접근성을 평가, 시각화</li></ul>



## 1.2 연구의 범위와 방법

### 연구 흐름도





## 2. 기존 연구 고찰



## 2.1 보행 평가 지표 관련 선행 연구 고찰(국내)

연구자 (연도)	연구 대 상	변 수(Variable, MOE)	GIS 활용 (상/중/하)	연구의 내용
김건영 (2002)	이면도로 (주거지역)	정량적  보행굴곡도(비율)주1) 보행속도(m/sec)	상 (GIS직선(보행)거리 측정가능, 보행속도)	이면도로의 보행자 이동행태(보행궤적) 측면에서 보행자의 서비스수준 평가를 시도한 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	중 (보행량/계단폭조 사)	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	하 (보행량, 기하구조, 보행설문조사)	퍼지근사추론을 이용하여 정성적인 보행자 서비스수준 영향요인을 규명한 연구임
김용석 (2006)	일반보도 (토지이용)	정성적  보행만족도 차량만족도	하 (보행설문조사)	토지이용 및 보행, 차량특성을 종합한 보도 설계 제안 및 서비스 수준 종합지표 제시한 연구임
김태호 (2008)	일반보도 횡단보도	정량적 정성적  보행교통류, 보도기하 구조, 보행이용행태, 안 전성, 환경성	하 (보행설문조사)	토지이용(주거, 상업 및 업무) 유형별 보행자의 정량적, 정성적 만족도를 종합적으로 종합하는 평가지표를 제시한 연구임.
주 1 : 보행굴곡도(C) = 실제보행거리(A) / 직선보행거리(B)의 비율로 적용함.				



## 2.2 보행 평가 지표 관련 선행 연구 고찰(국외)

연구자 (연 도)	연구의 대 상	변 수(Variable, MOE)		GIS활용수준 (상/중/하)	연구의 내용
John S. Miller (2000)	일반보도	정량적	시설물(기하구조 : 보도, 횡단 보도), 장애인, 조명) 등에 관한 Check List	중 (기하구조/교통여건)	보행관련 시설(보도, 횡단보도)의 수준별 Check List를 통해 분석한 연구임.
Shelia Shaker (2002)	일반보도	정량적 정성적	보도의 연속성 및 포장, 속도, 교통약자 안락감, 보행환경(대기, 소음) 등에 관한 Check List	하 (보행량/기하구조/설문조사)	보행만족도에 영향을 주는 정성적인 항목을 Check List 형태로 제공한 연구임.
Martin Guttenplan (2003)	일반보도 (Network)	정량적 정성적	보행자 만족도, 보도연속성, 보행량	중 (보행량/기하구조./교통여건)	GIS에 보행자 서비스수준 분석결과를 속성으로 입력하여 보행자서비스수준 분석 지도를 작성한 연구임.
Thambiah Muralaetharan (2005)	횡단보도 (일반신호기)	정량적	보행지체, 보행류율, 자전거상충, 횡단시설, 회전교통량 등	하 (보행량/기하구조/설문조사)	정량적인 지표에 대한 설문조사를 실시하여 User Score와 정량적인 변수들의 영향관계를 규명한 연구임.
Jonathan Byrd (2006)	일반보도	-	-	중 (보행량/기하구조./교통여건)	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.

## 2.3 국외 보행환경 평가 시스템 : Walk Score

### ● Walk Score 소개

- ❖ 시애틀 소재 소프트웨어 회사인 'FrontSeat (www.walkscore.com)'
- 최근 Walk Score와 Heat-map 제시
- ❖ 도시 전체 가로는 물론 도시 내 근린주구 단위의 전반적인 친보행 환경 정도를 평가하는 수단 제공

#### Walk score 검색결과 : 시립대 주변



#### Heat Map 검색결과 : San Francisco



## 2.3 국외 보행환경 평가 시스템 : Walk Score

### ● Walk Score 측정 방식

- ❖ 개별 출발지 인근거리 (0.25마일 이내, 1마일 이내, 1마일 이상)에 얼마만큼 보행 가능한 목적지 (상점, 식당, 학교, 공원, 체육 시설 등) 입지 측정
- ❖ 순밀도 개념을(공원, 하천 등 비거주 용도지역 면적 등 제외) 고려한 가중치 산정기법을 통해 측정값을 보정 후 5개 등급으로 시각화

Walk Score 측정치	측정치 의미
<b>90 - 100</b> <b>Walker's Paradise</b>	- 대부분의 용무가 보행으로 수행될 수 있음 - 많은 사람들이 자동차 없이 통행 가능함
<b>70 - 89</b> <b>Very Walkable</b>	- 자동차 없이 통행이 가능함
<b>50 - 69</b> <b>Somewhat Walkable</b>	- 일부 상점들 그리고 편의시설이 보행 거리 내에 존재 - 그러나 일상적인 통행에 여전히 자전거, 대중교통 또는 자동차가 필요함
<b>25 - 49</b> <b>Car-Dependent</b>	- 단지 몇몇의 목적지가 쉬운 보행 거리 범위 내에 존재함 - 그러나 대부분의 용무를 위해 자동차나 대중교통이 필수적임
<b>0 - 24</b> <b>Car-Dependent (Driving Only)</b>	- 실질적으로 보행 거리 내에 어떠한 목적지가 존재하지 않음 - 집에서 차량 까지 만이 보행이 가능함

### 3. 보행 환경 지표 구축





## 3.1 보행 환경 평가 지표 설계

### ● 기존 사례를 통한 시사점 및 평가 모형 방향성 도출

- ❖ Walking Score는 보행자의 최대 도보권(1.6miles)안에 다양한 편의시설까지의 **단순한 접근성(직선거리)**을 토대로 보행자의 환경 평가제시
- ❖ 보행자의 보행환경 의미보다는 **편의시설의 접근성만을** 대상으로 판단
- ❖ **보행 환경의 물리적 특성과 안정성** [친화적 거리 디자인, 차량 교통, 보행 안전성, 접근 가능한 동일 유형의 시설물의 수와 가중치, 실제 보행자의 접근 도보거리 등]을 고려하지 못하고 있음
- ❖ 즉, 보행환경의 다양한 특성인 **이동성, 접근성, 편의성, 환경성** 등 다양한 지표(국내외 선행연구 고찰 참조)들을 정량적으로 도출하여 GIS를 기반으로 보행자의 환경 평가



## 3.1 보행 환경 평가 지표 설계

### ● 교차로 안전 (Intersection Safety)



- ❖ 횡단보도에서 보행자에게 다가오는 차량 인식, 접근성과 이동성을 주는 교차로 기능 측정
- ❖ 교차로 보행 편의 시설은 차량 속도 감소와 가시도 좋게 하는 기능 포함

지표 구분	주요 기능	비고
횡단보도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량에게 보행자가 지나갈 수 있도록 하며, 보행자의 안전과 신체활동 보장</li> <li>- 횡단보도가 없는 경우 보행 이동에 있어 방해 요소가 되며 차량 충돌의 잠재 위험 존재</li> </ul>	
보행신호, 횡단속도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 보행자에게 길을 건너기 위한 충분한 시간 제공</li> <li>- 신호시간이 짧은 경우 보행 방해와 신호 변경 시 위험한 상황 발생</li> </ul>	
X형횡단보도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모든 방향의 차량이 멈췄을 때 보행자들이 모든 방향으로 길을 건너게 하는 횡단보도 유형</li> </ul>	
교통정온화시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량이 저속 주행하여 소음, 매연, 사고 등을 줄이기 위한 물리적 개체(과속방지턱, 로터리 등)</li> <li>- 보행, 자전거 통행 향상과 보행 가시성 높임</li> <li>- 운전자 잠재위험과 보행자에 안전 파할 공간 제공</li> </ul>	 

## 3.1 보행 환경 평가 지표 설계

### ● 보행 축 – 차량 교통





❖ 보행자의 노출 거리의 예측이나 차량과의 충돌지점, 보행자 상해 심각도, 보행자 이동성과 같은 요소 측정

지표 구분	주요 기능	비고
차선 수	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량 용량, 제한속도, 소음, 공기오염, 보행활동, 지역 사회자본 수준과 관련</li> <li>- 차로 수가 줄어들면 길을 건너는 거리도 줄어들며 이는 보행자가 차량에 노출되는 거리와 차량 속도 줄일 수 있음</li> </ul>	
일방통행	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 높은 차량 속도의 원인이 되며 특히 다차선이고 차량 통과가 발생 할 때 더욱 속도가 높아짐</li> </ul>	
속도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량속도 사망률 관계, 보행자 부상 심각성을 예측</li> <li>- 낮은 차량 속도와 제한 속도 표지판은 안전한 보행 환경을 결정하는 중요 요소</li> </ul>	
도로용량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량 수는 보행 환경 조사에서 일반적인 요소</li> <li>- 높은 차량 용량은 보행자가 길을 건너는 것 방해</li> <li>- 다차선도로(유형 3) 설계속도 70~80kph이며 구간 평균 교통량은 500vphpl 이용(도로용량편람)</li> </ul>	

## 3.1 보행 환경 평가 지표 설계

### ● 보행 축 – 보도 설계

❖ 보도는 통행권과 지역 보행 환경에 있어 중요한 요소이며, 올바르게 만 들어지고 유지되면 보행자에게 안전한 보행을 가능하게 함

지표 구분	주요 기능	비고
보도 폭	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 보도의 폭은 안전 수준을 결정하는데 근본적인 요소</li> <li>- 보행자가 거리를 걸어갈 때 편안함 줌</li> </ul>	
보행 장애물	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 보도에서의 돌출, 균열, 또는 구멍은 보행자의 통행 방해</li> <li>- 보도 위의 기둥, 표지판, 주차된 차량, 나무, 쓰레기통 등</li> </ul>	
커브	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량과 보행로 사이에 물리적 분리 역할</li> <li>- 즉, 운전자가 보도에 주차하는 것을 막는 역할</li> </ul>	
보도 차량 진출입 (Driveway cuts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차도와 보도를 이어주는 구역으로 보도를 사이에 두고 차도 와 주차장이 있을 때 차량은 보도를 가로질러 들어와야 함</li> <li>- 보행을 방해하고 잠재적인 차량과 보행자의 충돌 지점 생성</li> </ul>	
가로수/화단	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도시의 경관은 보행 경험에 기여</li> <li>- 보행자들에게 미적인 만족스러움을 줄 수 있으며 차량과 보 행자 사이의 완충역할</li> </ul>	
공공벤치	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 노인들이나 장애인들이 여유롭게 보행하는 데 도움</li> </ul>	
완충시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자전거 도로와 평행 주차는 보행자를 위한 완충물이 되는 중 요 가로 요소</li> <li>- 보행자의 안전성을 높이는 수평적 분리 역할</li> </ul>	





## 3.1 보행 환경 평가 지표 설계

### ● 보행 축 – 편의시설 및 토지이용

❖ 상업적 사용과 거리의 미적인 부분을 측정




❖ 혼합 토지 이용은 많은 보행과 적은 차량 배기 가스와 연관

지표 구분	주요 기능	비고
식당, 상점 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상업 건물은 보행 빈도수에 좋은 영향을 주는 서비스 제공</li> <li>- 상품과 서비스에 대한 지역의 접근성 사용</li> <li>- 보행자의 목적지에 해당하는 점포의 용도별 개수 조사</li> <li>- 은행, 관공서, 식당 등</li> </ul>	
역사 박물관	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 역사적인 배경이나 고유 건축물이 포함된 혼합 토지 이용은 보행 환경을 미적으로 더욱 향상</li> </ul>	

## 3.1 보행 환경 평가 지표 설계

### ● 보행 축 – 인지 안전 (Perceived Safety)

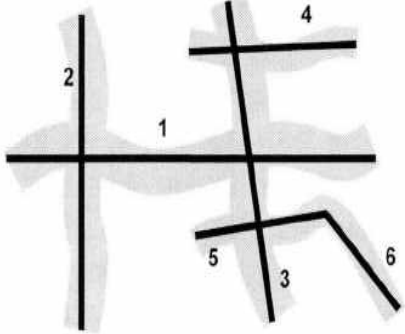
- ❖ 환경의 물리적 특징을 통해 보행 안전 인식 구체화
- ❖ 범죄 예방을 위해 거리 조명과 상업적 용도의 통합을 위한 전략 설계

지표 구분	주요 기능	비고
조명(가로등)/쓰레기	- 방치된 쓰레기, 유리조각, 보행자 조명을 포함한 거리의 청결함은 안전성 인식 중요 요소	
공사지역	- 보행 흐름을 방해하고 위험요소 생성 - 공사 지역에서는 무거운 기계로 보도를 차단하여 보행자의 안전과 과도한 소음 공해 문제가 발생	
버려진집	- 방치 상태나 자금 부족, 지역 인프라 열악함 설명 - 보행자들의 불편함이나 범죄에 대한 두려움 증가	

## 3.1 보행 환경 평가 지표 설계

### ● 보행 축 – 보행 접근성

❖ 보행 축선이 가지는 공간 구조 특성을 연결성과 접근성 평가

지표 구분	주요 기능	비고
접근성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공간의 물리적 구조를 단위축으로 분석</li> <li>- 국부 통합도 값을 이용하여 보행자 연결성 및 접근성 분석</li> </ul>	

### ● 공간구문론

- ❖ 공간구조를 분석하여 각 공간의 중요도를 정량적으로 제시하는 이론
- ❖ 통합도와 보행 통행량과의 상호 관련성은 70%~80%이상의 아주 높은 상관관계 보임
- ❖ 통합도(Integration) 특정 단위공간에서 다른 단위공간까지 접근하기 위한 상대적 깊이를 나타내는 지표

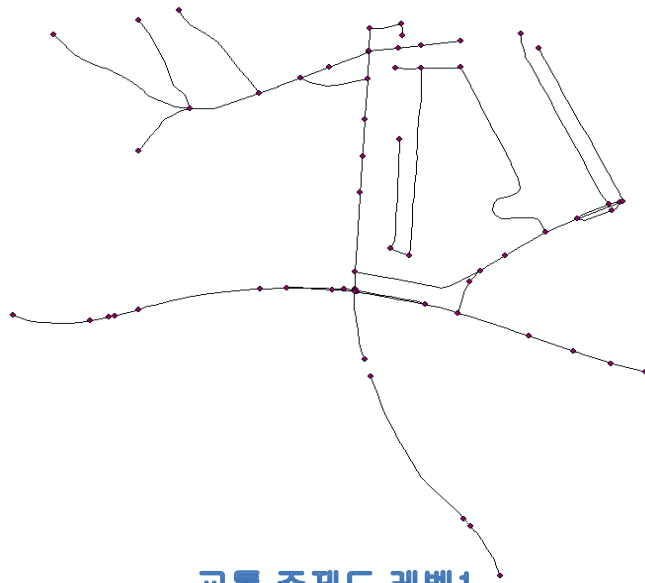
## 3.1 보행 환경 평가 지표 설계

공간구문론을 이용한 접근성 산정

공간 인지도 분석

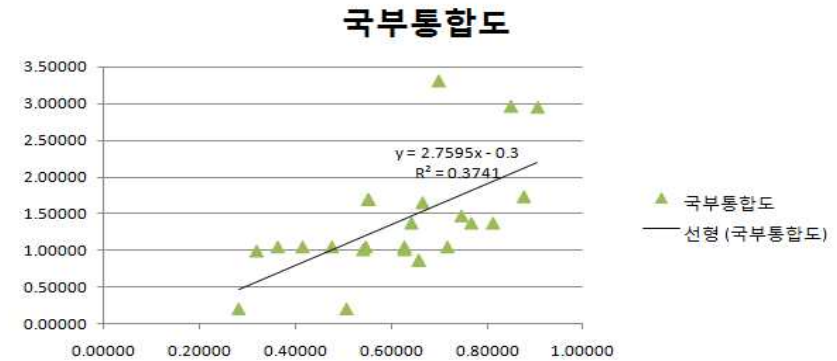
❖ 공간구조 명료도 : 0.611599

사당역 주변 네트워크

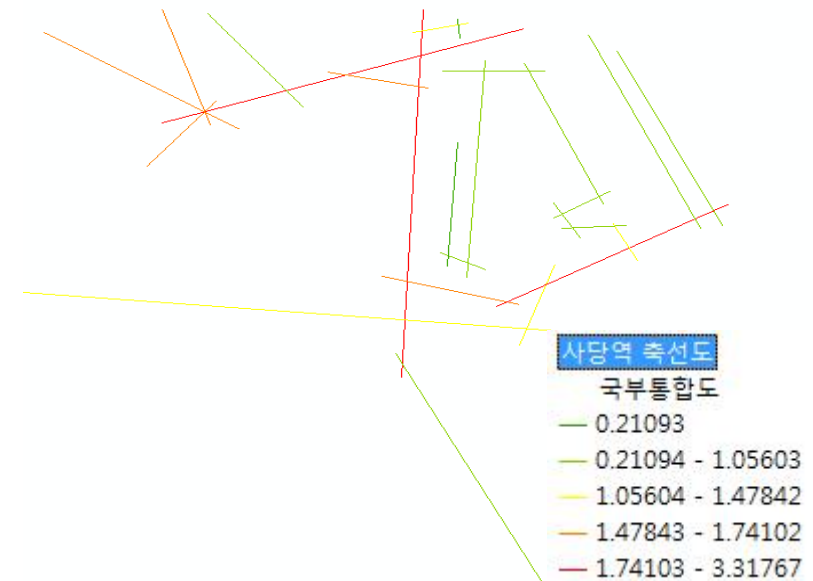


교통 주제도 레벨1

축선도 구축결과: 국부 통합도 산출



전체통합도와 국부통합도 산포도



축선도 구축 결과

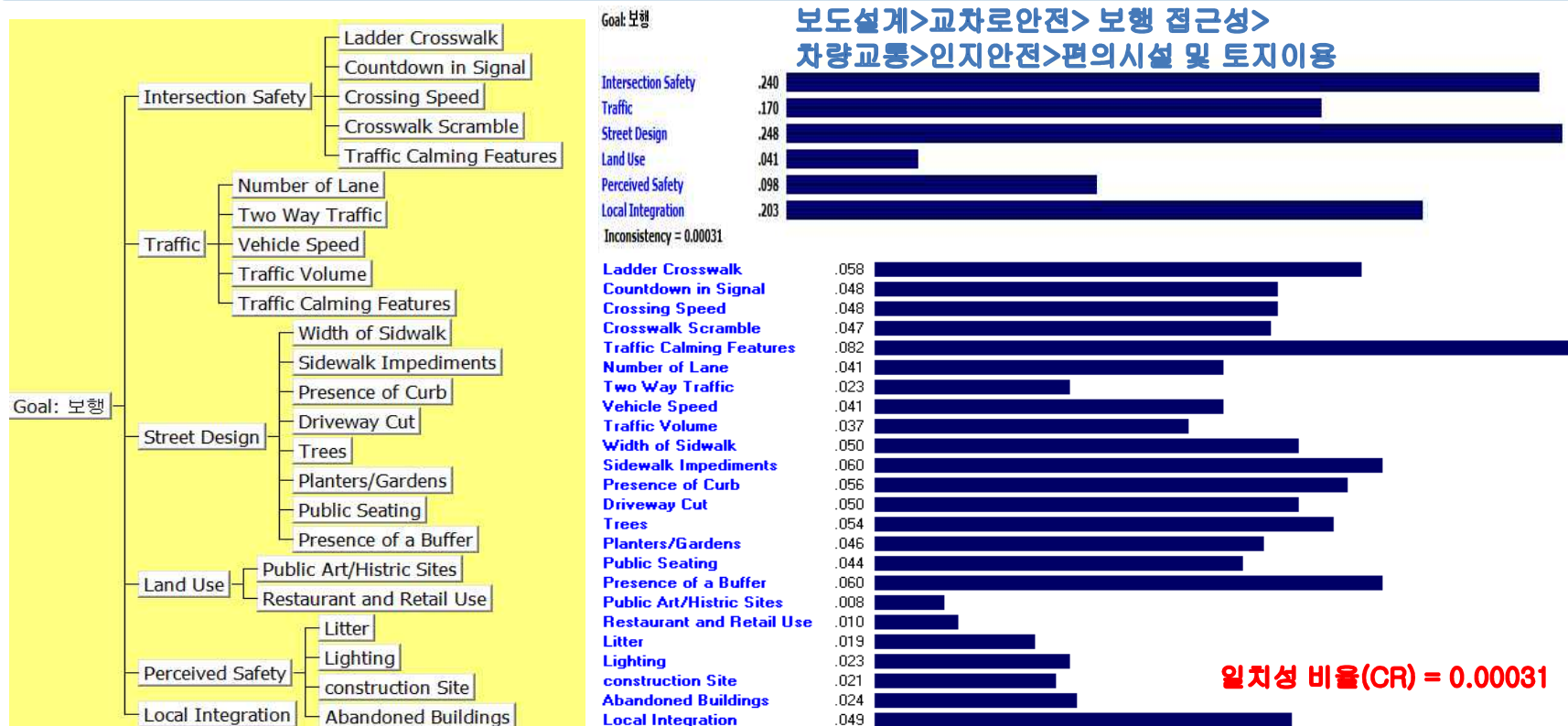


## 3.2 보행 환경 평가 지표 구현

### 보행 환경 평가 점수 부여

- ❖ 보행환경의 종합적인 평가를 위해 교차로 및 보행 축 시설의 분포와 보행네트워크의 연결성 정량화
- ❖ 보행 만족도에 대한 평가 지표 사이에 가중치의 관계를 규명하기위해 전문가 설문조사응답을 통한 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법 적용

### 계층 구조 정립과 항목별 가중치 산정 결과



## 3.2 보행 환경 평가 지표 구현

### ● 보행 환경 평가 점수 적용 및 정량화 (교차로 안전)

구분	필드명	의미	항목점수	카테고리점수	비고
Intersection	LCW	횡단보도	0.24	0.23	4방향
				0.20	3방향
				0.15	2방향
				0.11	1방향
				0.07	0방향
	CIS	신호등		0.19	4방향
				0.15	3방향
				0.10	2방향
				0.08	1방향
				0.06	0방향
	CSP	횡단속도		0.193	1m/sec이상
				0.43	1m/sec미만
	CWS	X행 횡단보도		0.19	존재0
				0.05	존재X
	N_TCF	교통정온화시설		0.19	5개이상 (과속방지턱,부분거리폐쇄,로터리, Pavement Treatment)
				0.17	3개이상
				0.15	1개이상
				0.09	없음

## 3.2 보행 환경 평가 지표 구현

### ● 보행 환경 평가 점수 적용 및 정량화

- ❖ 평가 점수는 개별 환경 요인이 보행에 도움이 되는지를 반영
- ❖ 보행 안전성은 보행 축과 교차로 디자인에 통합 표시
- ❖ 점수는 보행 축과 교차로 0부터 100까지 점수 분포

점수구분	점수 의미
1-0.81	가장 높은 quality, 많은 중요한 보행 조건 제시
0.80-0.61	높은 quality, 몇 가지 중요한 보행 조건 제시
0.60-0.41	평균 quality, 보행 조건이 있지만 개선이 필요
0.40-0.21	낮은 quality, 최소한의 보행 조건
0.20이하	가장 부족한 quality, 보행 조건 부재

## 3.2 보행 환경 평가 지표 구현

### ● 보행 환경 평가 점수 적용 시각화

- ❖ 특정 가로망 또는 교차로 식별자를 이용 해당 보행 축 또는 교차로의 공간적으로 합쳐진 평가 점수로 선택된 영역을 시각적으로 지도 생성
- ❖ 지도는 전체 보행 환경 평가 점수 또는 교차로 점수, 분야별 점수세부 항목별 점수 등을 나타내기 위해 만들어 질 수 있음





# Pedestrian Environmental Quality Score

## 서울시 사당역 평가 시각화



## 4. 연구 결론



## 4.1 연구 결과

### ● 보행 환경 평가 점수 사례 분석

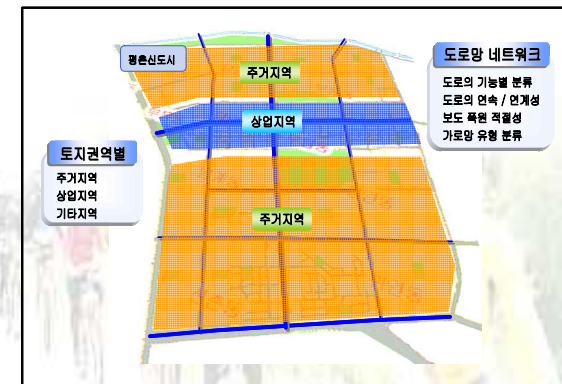
- ❖ 사당로, 서초로, 동작대로, 효령로는 0.8 이상 보행 환경이 좋은 보행 축으로 평가
- ❖ 사당역 일대 평균 0.75로 전체적으로 편의시설과 접근성이 높은 지역으로 분석됨

링크 아이디	도로명	국부통합도	점수합계
<b>3761220401557</b>	<b>사당로</b>	<b>3.31767</b>	<b>0.94885044214</b>
<b>3761220330059</b>	<b>서초로</b>	<b>3.31767</b>	<b>0.94752027433</b>
<b>3761220401539</b>	<b>동작대로</b>	<b>2.97302</b>	<b>0.87934032395</b>
<b>3761220401522</b>	<b>효령로</b>	<b>2.95684</b>	<b>0.84853809079</b>
3761220320665	승방길	2.95684	0.74410778499
3761220302361	남부순환로	1.47842	0.60512664918
3761220701526	도구머리길	1.37919	0.54643910087
3761220401840	벌나루길	1.65883	0.54203202766
3761220302334	까치길	1.69831	0.53712247527
3761220401556	삼일길	1.69831	0.48862619499
3761220701379	샘골길	0.87259	0.42288573928
3761220701397	보람길	1.05603	0.42170878132
3761220701400	이수초등길	1.00006	0.40656690530
3761220701402	청두곶길	1.05603	0.39583806160
3761220701380	참나무길	0.87259	0.37473586160
3761220401553	학수길	1.01899	0.35072423499
<b>3761220701401</b>	<b>뒷벌1길</b>	<b>0.21093</b>	<b>0.23656023412</b>
<b>3761220701318</b>	<b>뒷벌공원길</b>	<b>0.21093</b>	<b>0.22993039896</b>

## 4.2 결론 및 향후 연구

### ● 그린 스코어 : 한국형 보행 환경 지표 설계와 구축

- ❖ 본 연구에서는 도시 내 보행 환경 요소를 정량적으로 계산하고 측정할 수 있는 평가 지표인 그린 스코어(Green Score)를 개발
- ❖ 향후 스코어 측정 모형은 물리적인 보행공간을
  - 점 [신호에 의한 주요 지점(횡단보도)]
  - 선 [보행축의 연속성과 일관성]
  - 면 [권역 별 도시계획과 토지이용]
 을 기반으로 가상의 시스템에 적용
- ❖ 보행 이동 패턴의 가시화, 보행 환경의 쾌적성과 편의성 평가 · 예측 활용 가능





## 4.2 결론 및 향후 연구

- 보행자 편의시설에 대한 상대적 가중치 적용
- 향후 웹을 통한 역세권, 주거지 등 다양한 지역의 보행환경을 편의시설과 네트워크 연결성을 비교 분석



# 질의 응답

