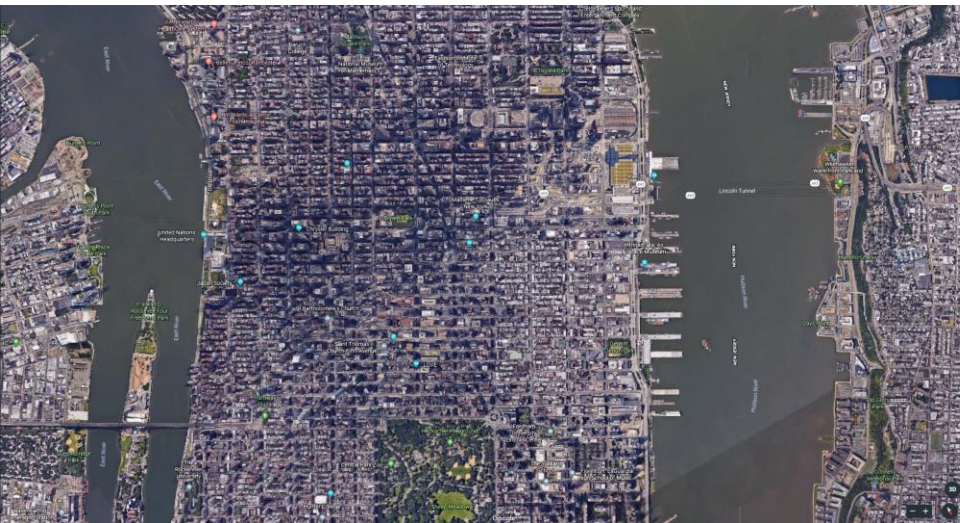


#7 Street and Urban Space Structure

**Street network / Streetscape, Walking space
Theory of Urban Structure**

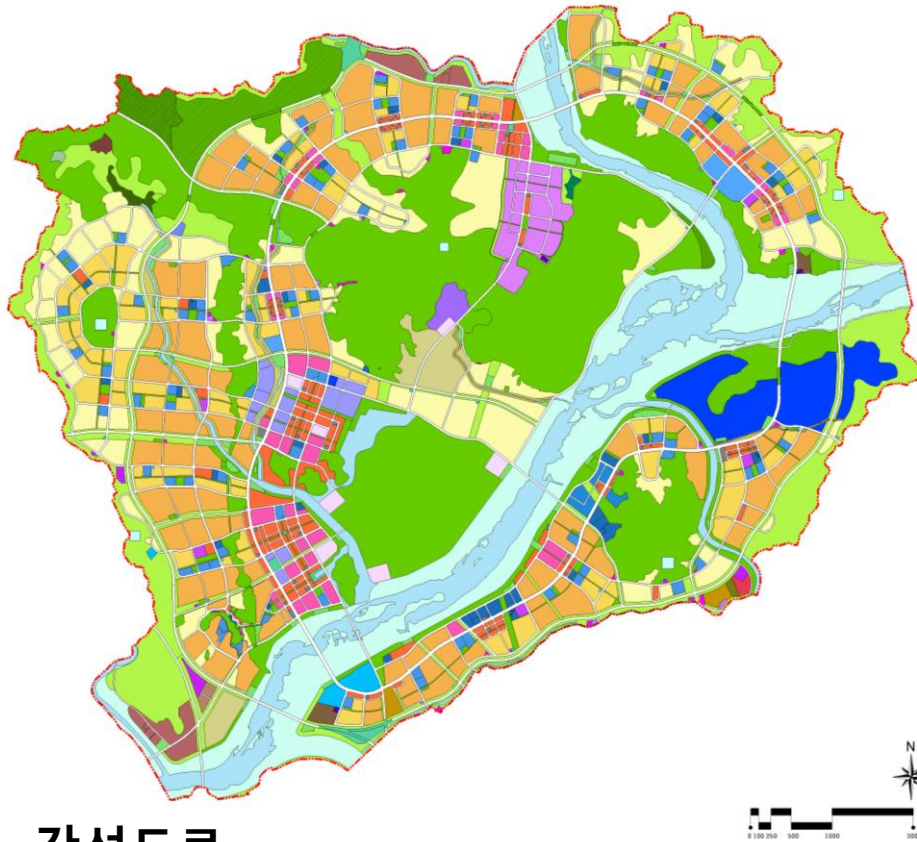
Kwon, Young Sang

Seoul National University
Department of Civil and Environmental Engineering, Urban Design Major



Function

Flow

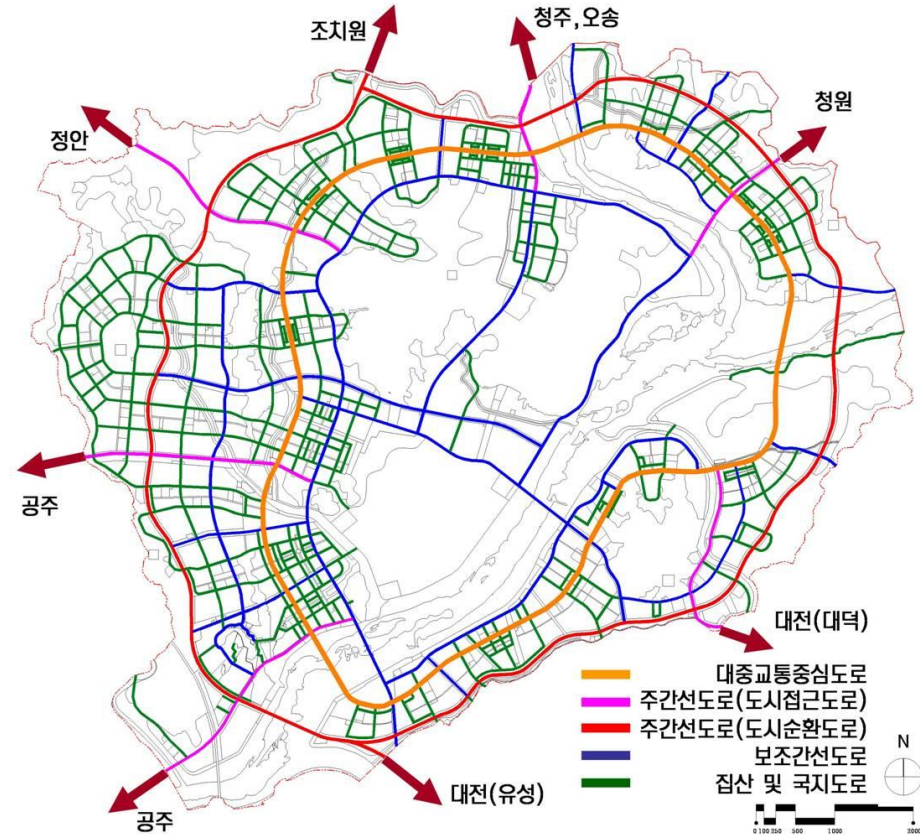


간선도로

- Main axis
(public transportation road, 4lane, 40~50m)
- Regional access
(4~6 lane, 25~30m)
- Outer ring road
(6 lane, 30m)

집분산도로

- 4 lane, 20~25m
- Distribution



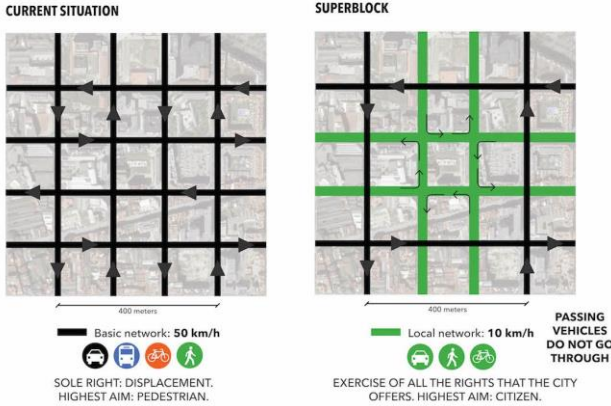
국지도로

- 2~4 lane 15~25m
- Community service

Function

Block and Street

Road hierarchy in a Superblock model



Function

Landscape



Paris, avenue des Champs-Élysée



Kanazawa, Japan



Function

Outer space



Insadong, Culture District, Seoul



Jeongjodong, MXD, Bundang



#1. Street Network

Street Network

SAVANNAH PATTERN

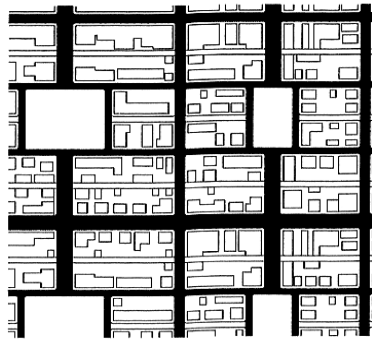
Advantages

- Excellent directional orientation
- Controllable lot depth
- Provides end grain of blocks for fast traffic
- Even dispersal of traffic through the web
- Straight lines enhance rolling terrain
- Efficient double-loading of alleys and utilities

Disadvantages

- Monotonous unless periodically interrupted
- Does not easily absorb environmental interruptions
- Unresponsive to steep terrain

Syn.: **Orthogonal Grid, Gridiron**



NANTUCKET PATTERN

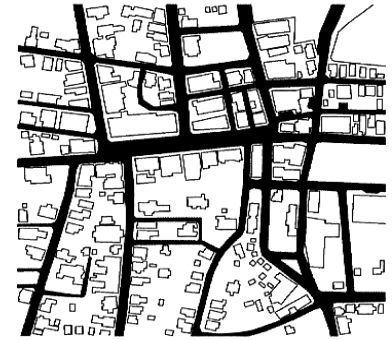
Advantages

- Hierarchy with long routes for through traffic
- Even dispersal of traffic through web
- Responsive to terrain
- Easily absorbs environmental interruptions
- Monotony eliminated by terminated vistas
- Follows traces on the landscape

Disadvantages

- Uncontrollable variety of blocks and lots

Syn.: **Sitte Model, Townscape**



MARIEMONT PATTERN

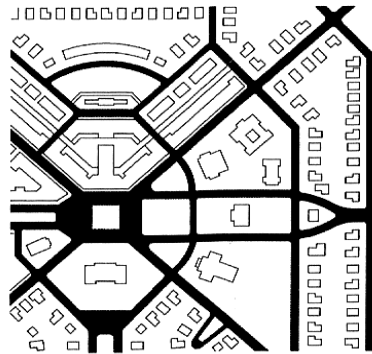
Advantages

- Hierarchy with diagonals for through traffic
- Even dispersal of traffic through the web
- Monotony interrupted by deflected vistas
- Diagonal intersections spatially well-defined

Disadvantages

- Tends to be disorienting

Syn.: **Unwin Model, Spider Web**



WASHINGTON PATTERN

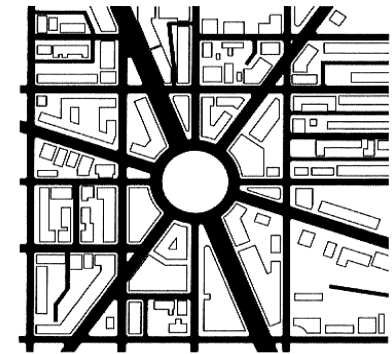
Advantages

- Hierarchy with diagonals for through traffic
- Even dispersal of traffic through the grid
- Diagonals focus on terrain features
- Diagonals interrupt monotony of the grid

Disadvantages

- Uncontrollable variety of lots
- High number of awkward lot shapes
- Diagonal intersections spatially ill-defined

Syn.: **City Beautiful, Haussmann Model**



RIVERSIDE PATTERN

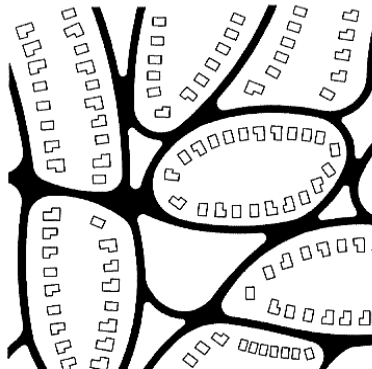
Advantages

- Monotony interrupted by deflected vistas
- Easily absorbs environmental interruptions
- Highly responsive to terrain
- Even dispersal of traffic through the web

Disadvantages

- Highly disorienting
- Uncontrollable variety of lots
- No intrinsic hierarchy

Syn.: **Olmstedian**



RADBURN PATTERN

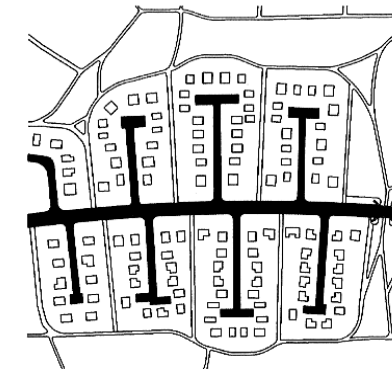
Advantages

- Good street hierarchy for locals and collectors
- Controllable variety of blocks and lots
- Easily absorbs environmental interruptions
- Responsive to terrain

Disadvantages

- Congestion of traffic by absence of web

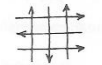
Syn.: **Cul-De-Sac**



Street Network

Grid / Manhattan(US)

Grid patterns



센트럴 파크



Street Network

Radial / Paris, Arc de Triomphe

Radial patterns



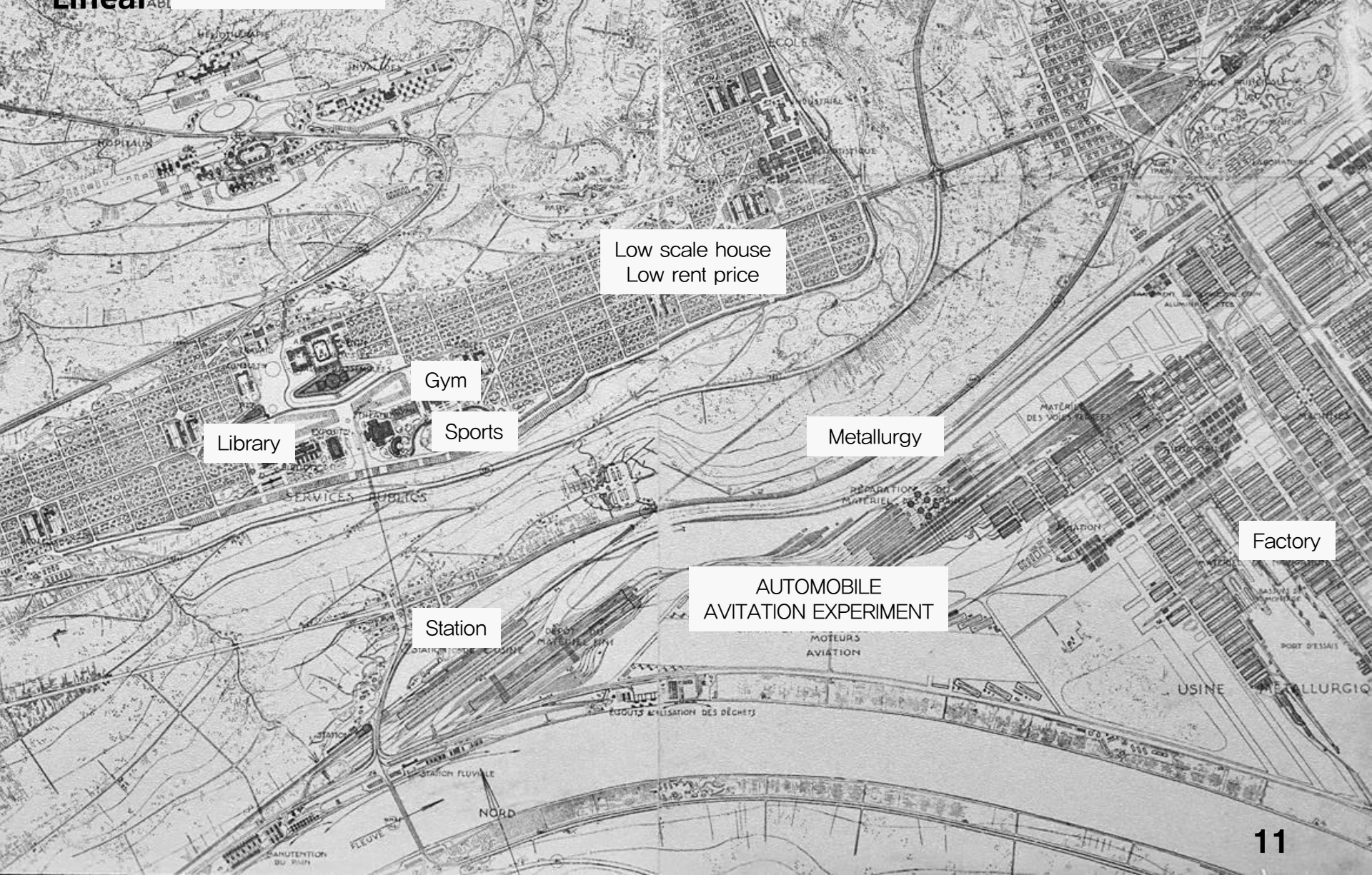
Gruen Associates의 토지이용구상

<https://www.allhomes.com.au/news/federal-budget-2017-how-will-housing-affect-measures-impact-canberra-20170509-gw14uc/>

Canberra

Street Network

Linear **SANITARY FACILITY**



Library

Gym

Sports

Low scale house
Low rent price

Metallurgy

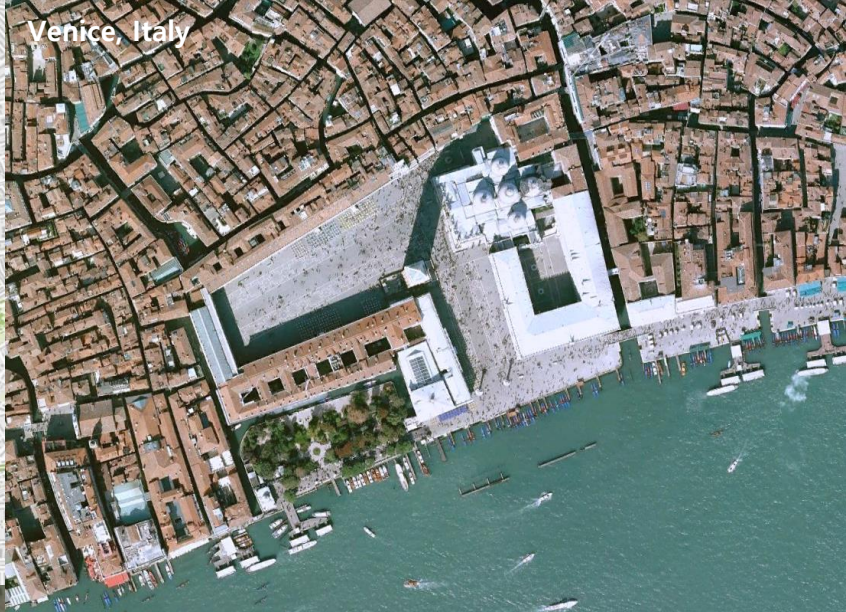
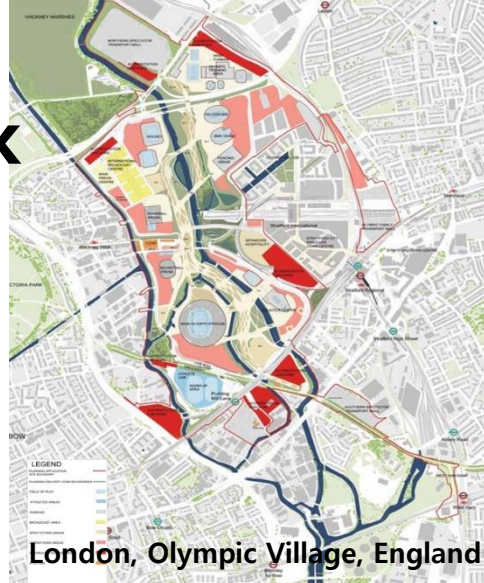
Factory

AUTOMOBILE
AVIATION EXPERIMENT

Station

Street Network

Irregular



<https://makinglewes.org/2014/01/25/greenwich-millennium-village-london-uk/>

London, Greenwich Village, England

Source : <https://www.countryside-properties.com/new-homes/all-developments/new-home-developments/london/greenwich-millennium-village/#&gclid=18pid=1>

Legend:

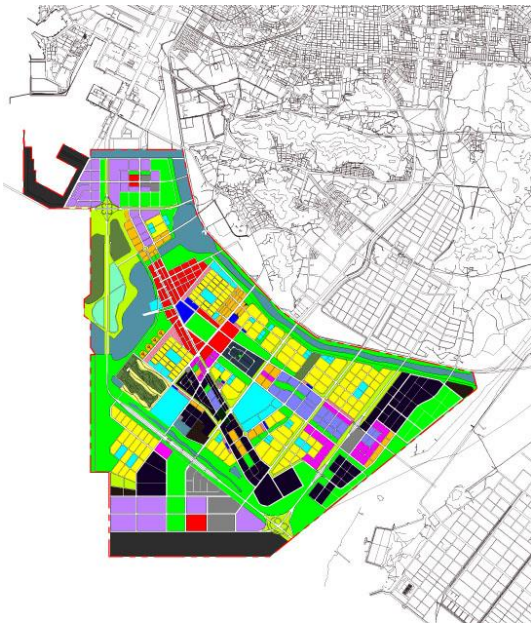
- Iverna Quay
- Millennium Terrace
- Marketing Suite & Show Apartments
- Existing Development
- Future Development

Please note the master plan is not to scale and is intended for illustrative purposes only. All facilities shown in red and orange are green and public only. Road and parking network outlines are indicative only.

*These proposals are as of October 2010 and are likely to evolve as plans for 2010 years. Please speak to a sales consultant for further information.



<https://seoulsolution.kr/sites/default/files/images/%EC%83%81%EC%95%947.jpg>



Space Syntax

Social Logic of Space, 1984, Hillier and Hanson

The Institute of Space Syntax Studies at the University of London intensively studied and correlated the relationship between traffic flow and urban form and the relationship between walking density and land use.

The amount of 'natural traffic' can be predicted according to urban structure and form. This is determined not by land use but by urban structure.

Based on the grid-shaped street network of the organic city, which has been developed by the long walk.

Q. It is controversial whether a newly designed new city can be applied in a situation where freedom of ga

However, it is widely recognized as a useful tool for analyzing the place, and it is suggested that the visual approach, especially the consideration of walking, is important when designing the place



Professor Bill Hillier
<http://www.spacesyntax.com/>

Space Syntax

Social Logic of Space, 1984, Hillier and Hanson



그림 8.8 도형 속의 어떤 지점에서 다른 지점을 볼 수 있을 때 그 도형을 "오목(convex)"이라고 한다. 달리 말하자면, 도형 속의 두 점을 잇는 선들이 모두 도형 속에 있을 때 그 도형은 "오목"하다. 여기에서 도출한 개념이 "오목 가시선도(convex isovist)"이다. 오목 가시선도란 오목하고 고가 소이 하 지저가 그 지저에서 보이는 모든 지저들을 연결하는

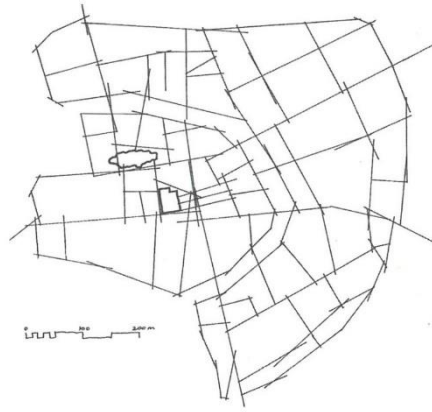
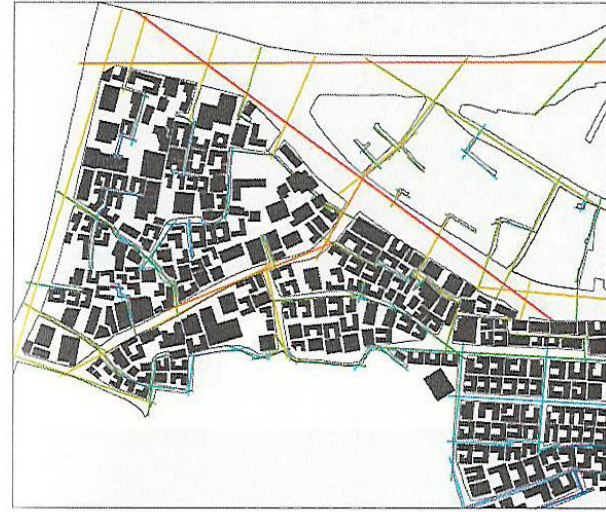
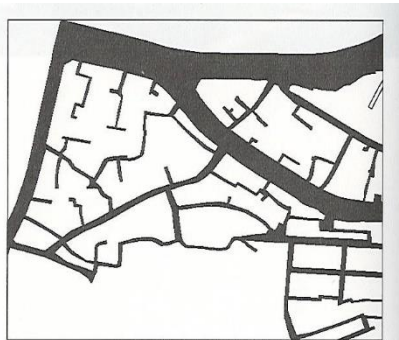


그림 8.9 로텐부르크의 "축선"도(axial map of Rothenburg). 대상지의 모든 "오목 공간"을 빠짐없이 서로 연결하는(통합하는) 축선을 그린 것이 "축선도"이다. 힐리어(Hillier)에 따르면 선, 즉 축선이 매우 중요한데, 그것은 사람은 선을 따라 이동할 뿐 아니라 축선을 따라 지선을 두고 이동하므로 사태라기 때문이다. 축선이 긴 때에는 그 여백이 거물적이며

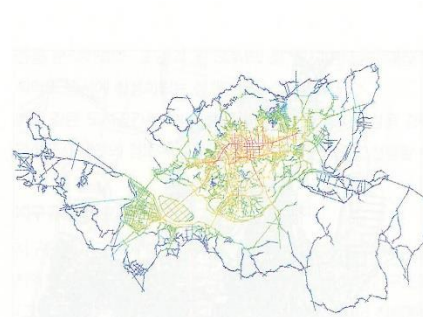


<그림 5.7> 축선분석 방법 (위)

<그림 5.8> 가시영역도분석 방법 (아래)

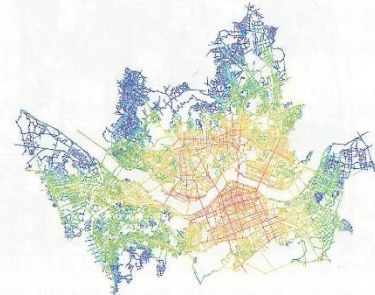


<그림 5.6> Figure-Ground Map을 활용한 도시공간분석



(a) 1970년 서울

(b) 1981년 서울

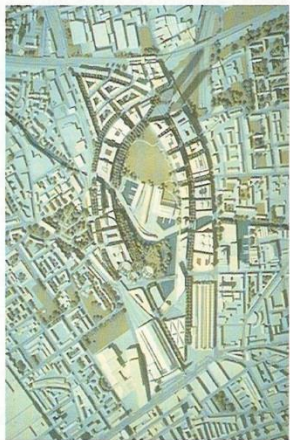
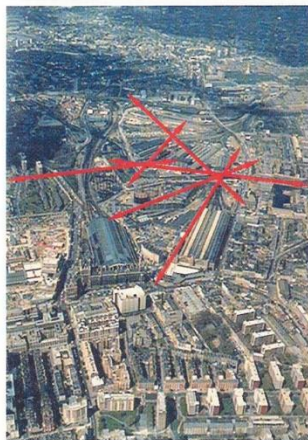


(c) 1992년 서울

(d) 2007년 서울

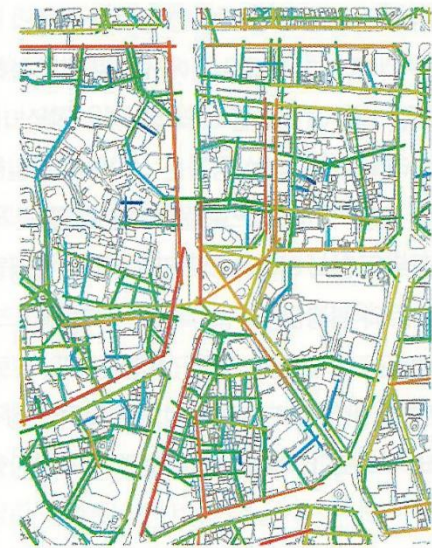
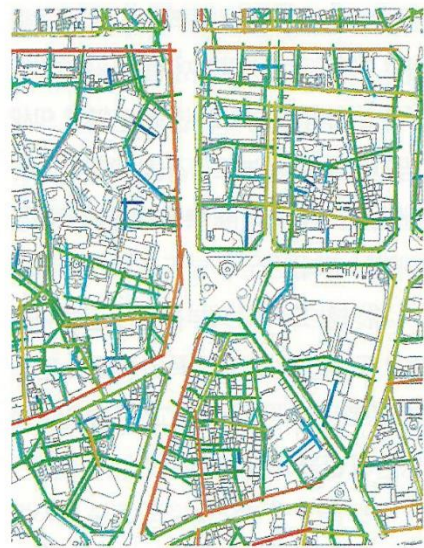
<그림 5.13> 서울의 도시공간분석: 접근성의 변화

(a) SOM 계획안



(b) Foster & Partners 계획안

<그림 5.9> 런던 킹스크로스역사 재개발 현상설계의 도시공간분석
출처 : Space Syntax London



(a) 광장 조성 전의 보행접근성

(b) 광장 조성 후의 보행접근성

<그림 5.14> 서울광장 조성에 따른 보행접근성 변화 분석

Christopher Alexander, 1914~1994

A CITY IS NOT A TREE



CHRISTOPHER ALEXANDER

The tree of my title is not a green tree with leaves. It is the name of an abstract structure. I shall contrast it with another, more complex abstract structure called a semilattice. In order to relate these abstract structures to the nature of the city, I must first make a simple distinction.

I want to call those cities which have arisen more or less spontaneously over many, many years *natural cities*. And I shall call those cities and parts of cities which have been deliberately created by designers and planners *artificial cities*. Siena, Liverpool, Kyoto, Manhattan are examples of natural cities. Levittown, Chandigarh and the British New Towns are examples of artificial cities.

It is more and more widely recognized today that there is some essential ingredient missing from artificial cities. When compared with ancient cities that have acquired the patina of life, our modern attempts to create cities artificially are, from a human point of view, entirely unsuccessful.

Both the tree and the semilattice are ways of thinking about how a large collection of many small systems goes to make up a large and complex system. More generally, they are both names for structures of sets.

In order to define such structures, let me first define the concept of a set. A set is a collection of elements which for some reason we think of as belonging together. Since, as designers, we are concerned with the physical living city and its physical backbone, we must naturally restrict ourselves to considering sets which are collections of material elements such as people, blades of grass, cars, molecules, houses, gardens, water pipes, the water molecules in them etc.

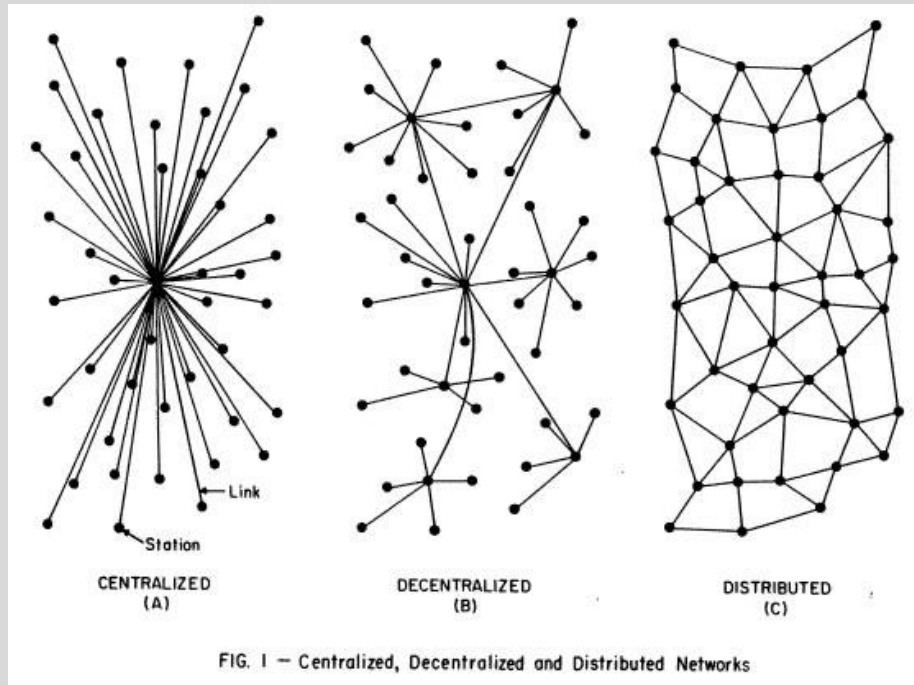
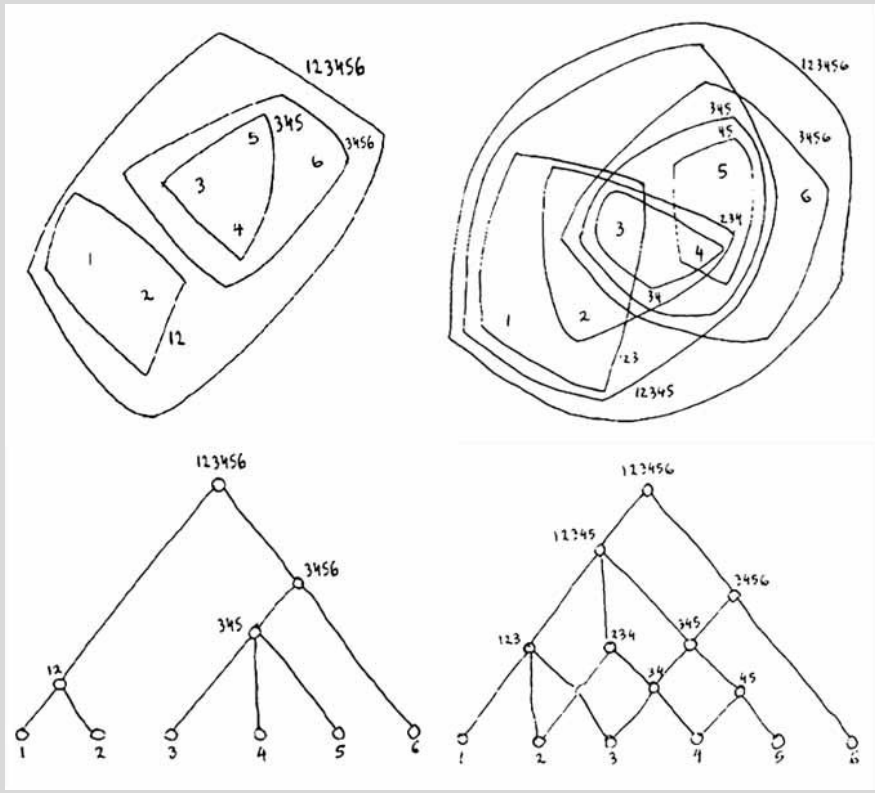


FIG. 1 - Centralized, Decentralized and Distributed Networks

Space Syntax

$$MSD = \frac{TSD_i = \sum_{s=1}^m S \times K_s}{K-1}$$

MSD: 평균공간깊이
 TSD_i: 공간 i에서의 전체 공간깊이
 S: 공간 i에서부터 거치게 되는 단계의 수
 m: 공간 i에서 가장 깊은 공간까지 거치게 되는 단계의 수
 K_s: S단계에서의 공간의 개수
 K: 전체공간수

$$RA = \frac{2(MSD-1)}{K-2}$$

0~1

RA: 상대적비대칭성
 MSD: 평균공간깊이
 K: 전체공간의 수

$$RRA = \frac{RA_i}{Dk_o, Pk}$$

RRA_i: 실제 상대적비대칭성
 RA: 상대적비대칭성
 Dk: 다이아몬드형 패턴의 보정치
 Pk: 피라미드형 패턴의 보정치
 * 여기서 다이아몬드형과 피라미드형은 대지의 기하학적인 형상과는 무관하며, justified map에서의 공간분포 양상과 공간수 K에 따라 달라짐 (B.Hillier, et al., 1984, 109-113)

1/RRA : i공간의 integration (Global Integration)

① 전체통합도(Global Integration)

분석대상 공간뿐만 아니라 주변지역의 공간들까지 포함한 모든 공간들에서의 각 공간의 통합도를 의미한다. 일반적으로 전체통합도가 1이하인 경우는 공간이 상호 분리되어 있는 분리성이 강한 반면, 1.7 이상이면 통합성이 강한 공간이다. 즉 특정 공간의 전체통합도가 크다는 것은 그 공간이 전체 공간구조상 중요성이 크며, 분석대상 건물 혹은 도시 내에서 다른 모든 공간으로의 접근성이 크다는 것을 의미한다. 반대로 전체통합도가 낮은 공간은 다른 모든 공간으로의 접근성이 낮아 공간구조상 중요성이 낮은 것을 의미한다. 힐러(Hillier, 1984)는 전체 통합도 상위 10%를 공간구문론상 중심지역으로 제시하기도 하였다. 이러한 전체통합도는 토지 이용패턴, 자동차 통행량, 지가 및 상권, 도시전체의 인지도, 범죄율 등 도시의 전체적인 공간구조와 관련성이 있는 현상들과 밀접한 관련이 있는 것으로 밝혀졌다.

② 국부통합도(Local Integration)

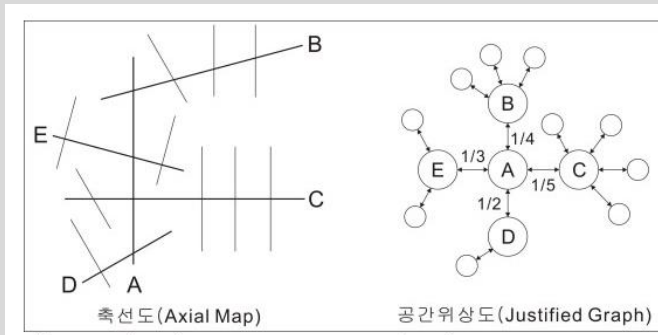
국부적인 공간특성을 나타내는 것으로 각 공간으로부터 몇 개의 공간깊이까지만 고려하여 통합도를 계산한다. 일반적으로 해당공간을 중심으로 3개의 공간까지 만을 고려하나, 건물이나 도시의 특성 또는 연구대상 등에 따라 국부통합도 계산을 위한 공간깊이의 크기를 조정해서 사용하게 된다. 즉 해당 분석공간을 중심으로 몇 개의 공간들만을 고려한 국부적인 공간구조 특성을 보여준다. 국부통합도는 특히 보행권 차원의 공간위상 및 접근성을 나타내는 지표로서 사람들의 건물 및 도시의 인지도와 공간사용밀도, 범죄빈도 등과 밀접한 관계가 있음이 밝혀졌다.

③ 연결도(Connectivity)

연결도는 특정 축선과 직접적으로 연결된 축선의 수로 산출되며 국부적인 공간의 구조를 파악하는 지표이다. 연결도가 크다는 것은 다른 공간으로 연결된 축선이 많다는 점을 의미하며, 공간 간의 이동이 쉽다는 의미이다. 이 지표는 특정 공간과 직접 연결된 축선만을 고려하므로 국부적인 공간의 특성을 반영한다. 연결도는 공간활용성에 밀접한 관계를 갖는 것으로 알려져 있는데, 연결도가 높은 공간일수록 주민의 공간 활용성이 높아 지기 때문이다.

④ 통제도(Control)

공간연결도에서 확장된 개념으로 특정 축선과 연결된 축선과의 통제정도를 나타내며 국부적인 공간의 구조를 파악하는 지표이다. 예를 들어, 특정 축선이 n개의 축선과 연결되어 있다면, 특정 축선은 주변 축선에 대해 1/n의 통제도를 갖게 된다. 따라서 특정 축선에 대한 전체 통제도는 주변 축선이 받는 통제도의 합으로 나타낼 수 있다. 통제도가 1이상이면 통제도가 상대적으로 강한 편으로 그 공간에서 통제도가 강하다는 것은 그 공간 주변으로 직접 연결되는 공간의 수가 많은 대신 직접 연결된 각각의 공간들과 그 주변공간들과는 단절되어 있거나 연결도가 낮은 부분적 영역성이 강한 독립된 공간임을 의미한다. 반대로 통제도가 1이하이면 통제도가 상대적으로 약한 편으로, 통제도가 약하다는 것은 주변으로 직접 연결되는 공간의 수는 적은 대신, 직접 연결된 각각의 공간들과 그 주변 공간들과는 높은 연결도를 갖는 개방적 공간임을 의미한다고 볼 수 있다. 이것은 통제도가 약한 지역보다는 통제도가 강한 지역의 주요한 지점에 CCTV의 설치나 검문소 등을 입지시키는 것이 보다 효과적인 위치선정 전략이 될 수 있다.



특성값		정의	의미 해석	비고
전역 지표	전체 통합도	$I(i) = \frac{D_n}{\frac{2}{n-2} \left(\frac{\sum_{k=1}^n d(i, k)}{n-1} - 1 \right)}$	전체 공간위상과 접근성을 의미 일반적으로 1.7이상이면 통합성이 강한 공간이고, 1.0이하이면 다소 격리된 공간으로 간주(B.Hillier et al, 1984:113)	$d(i, k)$: i 노드에서 k 노드까지 의 깊이 n : 노드의 총 개수 D_n : 보정계수
	부분 통합도	단, $D_n = \frac{2(n(\log_2(\frac{n+2}{3})-1)+1)}{(n-1)(n-2)}$	보행권 차원에서의 공간위상 및 접근성을 의미	
국지 지표	연결도	$Ch(i) = n(A)$ 단, $A = kd(i, k) = 1$	한 축선에 직접 연결되는 축선의 개수로서 공간의 연결정도를 나타냄	
	통제도	$C(i) = \sum_{k \in A} \frac{1}{Ch(k)}$	연결도의 확장 개념, 주변공간에 의해 받게 되는 통제의 정도를 의미 통제도가 높은 곳은 주변으로 직접 연결되는 공간의 수가 많은 대신, 각각의 연결된 공간들은 그 주변의 공간들과 단절되어 있거나 연결도가 낮은 부분적 영역성이 강한 독립된 공간으로 인식	
관계 지표	명료도	전체통합도와 연결도간의 상관관계(R 또는 R2)	도시공간 파악의 용이성과 장소성 유무의 판단기준	
	조화도	전체통합도와 부분통합도간의 상관관계(R 또는 R2)	부조화공간과 연결이 미비한 공간을 분석하는데 사용 부분과 전체 공간의 연결정도를 가늠	

Space Syntax

Configurational modelling of urban movement networks

A Penn, B Hillier, D Banister, J Xu

The Bartlett School of Graduate Studies, University College London, Gower Street, London WC1E 6BT, England; e-mail: a.penn@ucl.ac.uk

Received 20 March 1996; in revised form 10 February 1997

Abstract. Transportation research has usually seen road networks as inert systems to be navigated and eventually filled up by traffic. A new type of 'configurational' road network modelling, coupled to detailed studies of vehicular and pedestrian flows, has shown that road networks have a much more constructive role. They strongly influence the pattern of flows through quantifiable properties of the network 'configuration'. Recent research results are presented showing that rates of vehicular movement in road segments are to a greater extent than previously realised the direct outcome of the location of those segments in the network configuration as a whole and that this is the case especially in the fine structure of the urban grid. A supply and demand model of urban movement is proposed in which the degree to which a street alignment is on simplest routes between all other pairs of alignments in the system determines the demand side of the equation, and the effective road width available to traffic determines the supply side. Regression analysis shows that these two factors alone account for the majority of the variance in flows from street to street ($r^2 \sim 0.8$). A model is then proposed of the evolution of the city in allocation of land uses to land parcels, and the allocation of capacity in the road network, where each reinforces the underlying configurational logic through a feedback 'multiplier' effect. These findings suggest the possibility of using urban design parameters, such as the plan configuration of the street grid, building height, and street width, to arrive at a better controlled relationship between vehicles and pedestrians in urban areas. As these design parameters are under the direct control of the urban master-planner, the new techniques lend themselves to application in design decision support. A case example of the application of these techniques in the master-planning of the redevelopment of London's South Bank cultural centre is presented.

1 Introduction

Conventional traffic models use relatively simple representations of the road network coupled to quite complex cost functions which are calibrated with data on origins and destinations of trips and observed flows on the network. Traffic assignment models assume perfect knowledge of the system and, as 'cost' is generally taken as travel time, knowledge of congestion of the route options ahead of the driver is assumed so that drivers make a 'rational' choice of route. As the drivers' choices create the patterns of congestion, their decisions feed back into the cost functions, and the models iterate until they converge to a solution.

These modelling techniques are now well established and are proven in application. However, there are a number of areas in which they appear to have limitations. The construction and calibration of traffic models is a costly procedure in which the cost is related to the resolution with which the origin–destination (O–D) data are gathered and the size of the model measured in terms of the number of nodes and links represented in the network. Models are therefore seldom constructed to represent the finest scale structure of the street network and their performance at this scale is not well understood. Models are generally developed based on the travel to work trip, for which the best O–D information is available; however, there is often little information available on other trip types and for other modes. In particular, O–D information is lacking for the pedestrian mode (Pushkarev and Zupan, 1975) and this is where it seems likely that the fine-scale network will be of most relevance. At the same time,

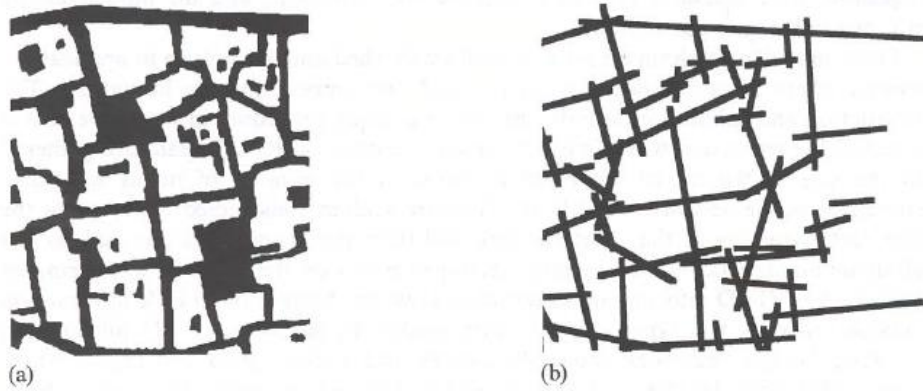


Figure 1. The open space of an irregular street grid (a) and its axial representation (b).

$$A^{rel} = \frac{2(d^{mean} - 1)}{k - 2}, \quad d_n^{mean} = \frac{\sum_{r=0}^n kd}{\sum_{r=0}^n k}$$



Figure 2. Global integration map of Greater London within the North and South Circular roads.

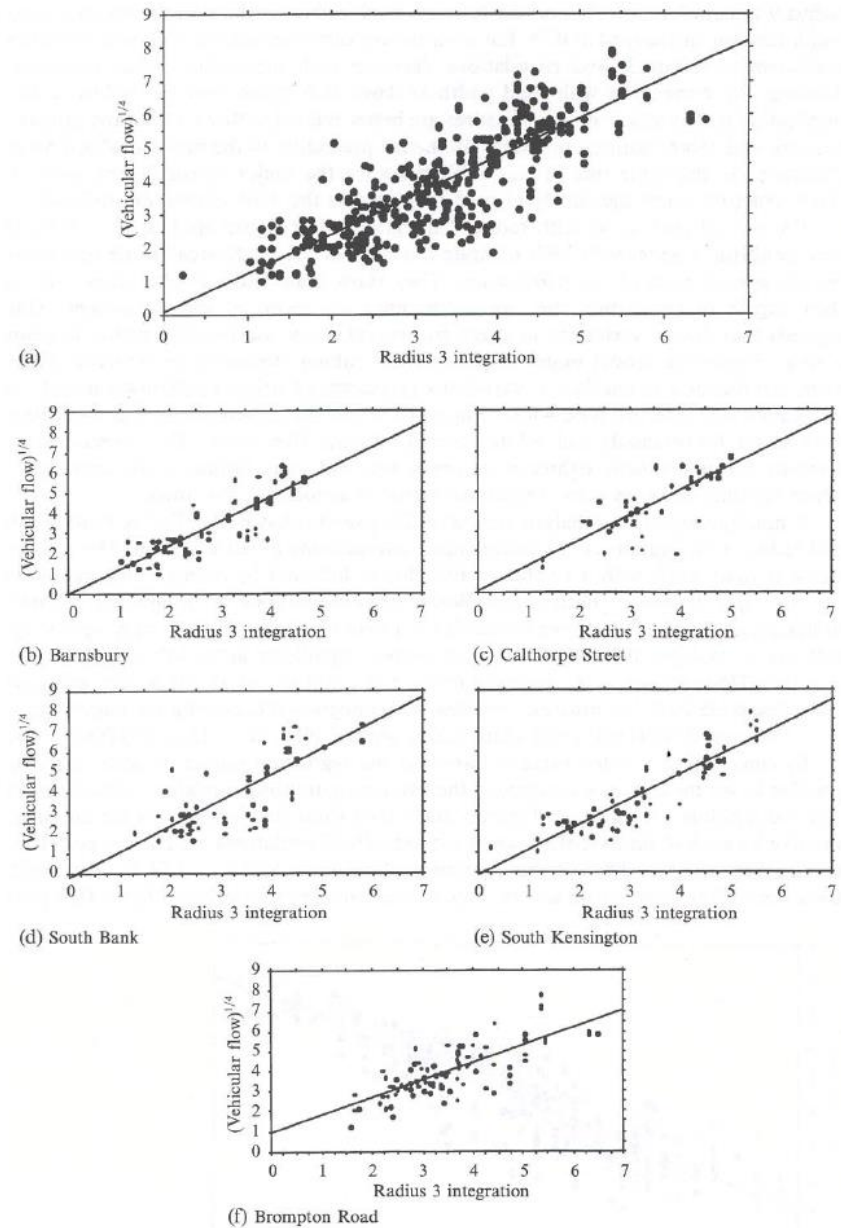


Figure 9. The correlation between vehicular flows and radius 3 integration (a), $r = 0.83$, $n = 412$, $p < 0.0001$. The correlation between vehicular flows and radius 3 integration [(b)–(f)] for each of the five case-study areas.

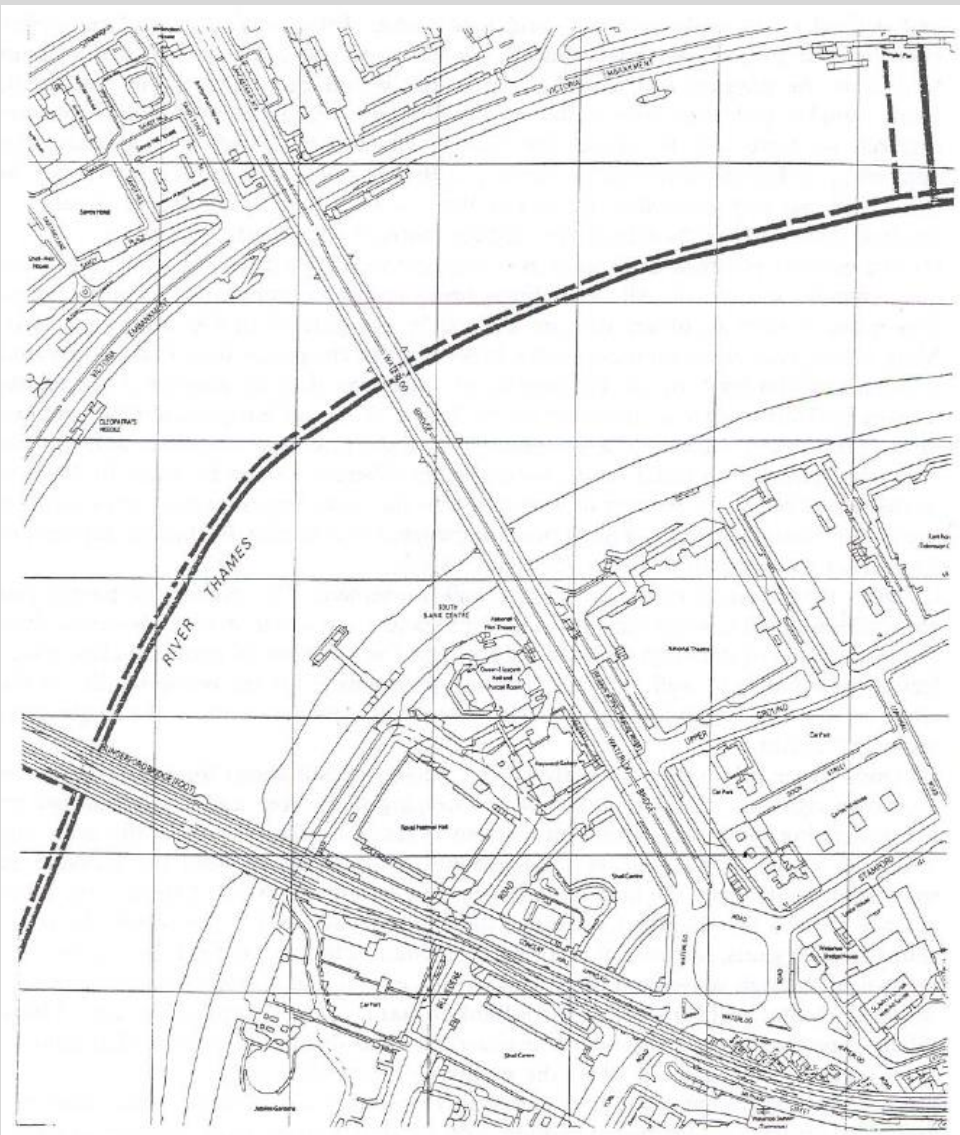


Figure 17. Plan of the South Bank, London.

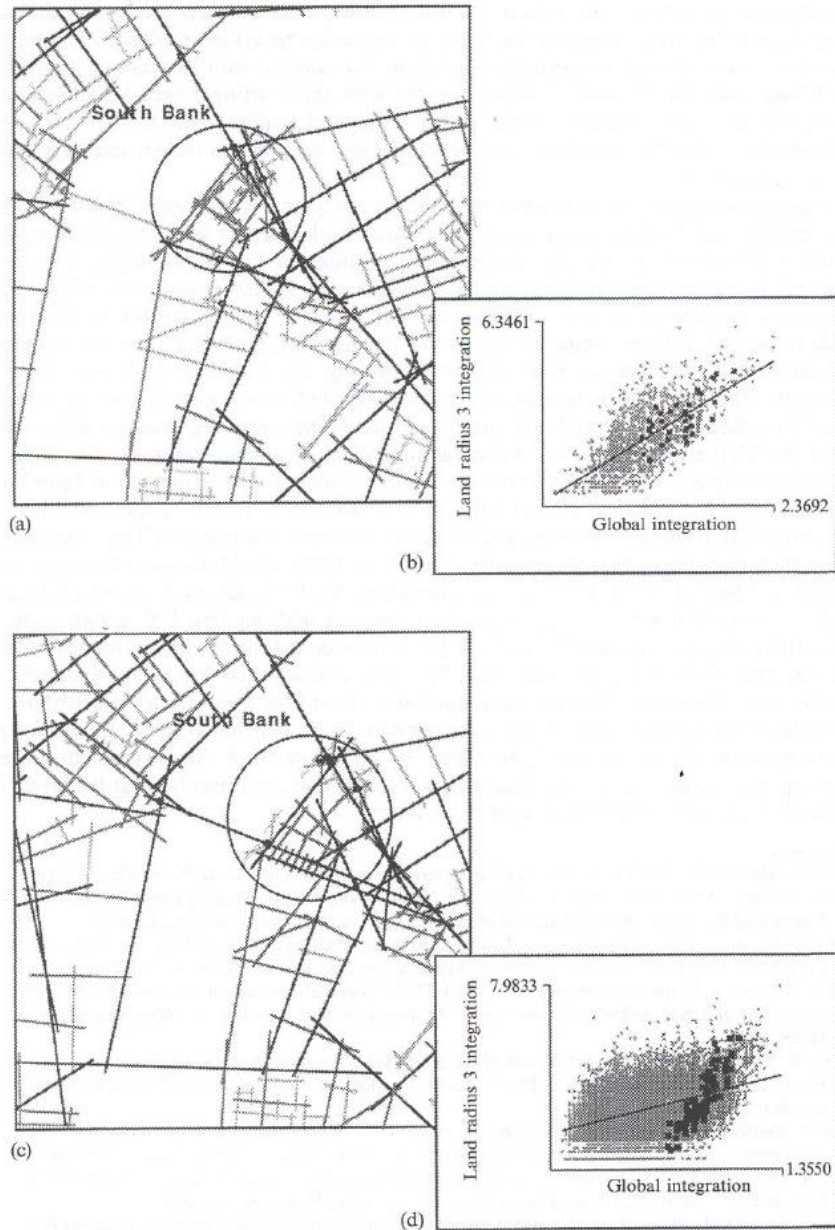


Figure 18. (a) Local integration map of the existing South Bank which shows that integration is focused around the perimeter of the site and that the site itself is highly segregated; (b) Scatter of the existing South Bank within its larger urban context which reveals a 'lumpy' scatter indicating that the South Bank is unintelligible for movement; (c) Local integration map of the Richard Rogers Partnership proposal for the South Bank showing the increased levels of integration in the site; (d) Scatter of the Rogers proposal for the South Bank within the context of Greater London which indicates that the proposal would generate an intelligible, local area effect.

토지이용에 따른 보행특성에 관한 연구

- Space Syntax를 활용한 보행네트워크 분석과 보행량의 상호관련성을 중심으로

A Study on the Characteristics of Pedestrian Network According to Land Use Pattern

- Focused on the Relationship between Pedestrian Network and Pedestrian Volume Using Space Syntax

김영옥* · 신행우**

*세종대학교 건축공학부 교수 / **세종대학교 건축공학과 박사수로

Kim Young-Ook* · Shin Haeng-Woo**

●●● 국문요약

본 연구는 서울 도심의 승래문 주변지역을 대상으로 보행공간의 네트워크가 갖는 물리적인 특성을 파악하고, 보행네트워크와 보행통행량과의 상관관계를 토지이용과 연관지어 분석하였다. 연구결과로써 첫째, 주거지역에서의 보행특성은 공간 네트워크와 상관관계가 매우 낮은 것으로 밝혀졌으며, 둘째, 업무지역에서의 보행통행은 공간네트워크와 밀접한 관계가 있음이 밝혀졌다. 셋째, 상업지역에서는 남대문시장을 포함한 전체 상업지역의 특성과 남대문시장에서의 보행패턴은 각각 다른 특성을 보인다. 상업지역의 경우, 남대문 시장을 제외하면 보행통행량과 공간네트워크간의 상관관계가 비교적 높게 나타나지만, 남대문시장까지 포함하게 되면 상관관계가 낮아졌다. 따라서 토지이용행태에 따라 공간네트워크와 보행통행량과는 밀접한 관계가 있으며, 이는 토지이용행태에 따라 각각 다른 공간네트워크를 갖으며, 공간네트워크는 보행통행량과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서 결과로 도출된 토지이용과 공간네트워크, 보행통행과의 관계는 도시계획에서의 토지이용계획, 보행활성화 계획과 같은 실제 도시설계 분야에서 계획적 요소로 활용할 수 있을 것이다. 즉, 토지이용에 따라 보행행태는 각각 다른 특성을 나타내므로, 업무지역이나 상업지역은 보행환경의 편리성이나 쾌적성, 안전성보다는 공간의 네트워크가 중심이 된 계획이 필요할 것이며, 반대로 주거지역의 경우에는 공간의 네트워크보다 보행환경에 영향을 미치는 보행로의 편의성, 쾌적성, 안전성의 향상에 초점을 맞춰 계획하여야 할 것이다.

●●● Abstract

This study aims to clarify the characteristics of pedestrian space use patterns according to land use by analyzing the correlation between pedestrian network and pedestrian volume. A brief summary of the study results is as follows: first, the correlation between pedestrian volume and space network in residential areas was very low; second, there was a close relationship between pedestrian volume and space network in business areas; and third, with respect to the commercial areas, the pedestrian volume characteristic of the entire commercial area surrounding Namdaemun Market and that of Namdaemun Market itself were different, where the correlation between pedestrian volume and space network was high in the commercial area excluding Namdaemun Market, but became low when the market was included.

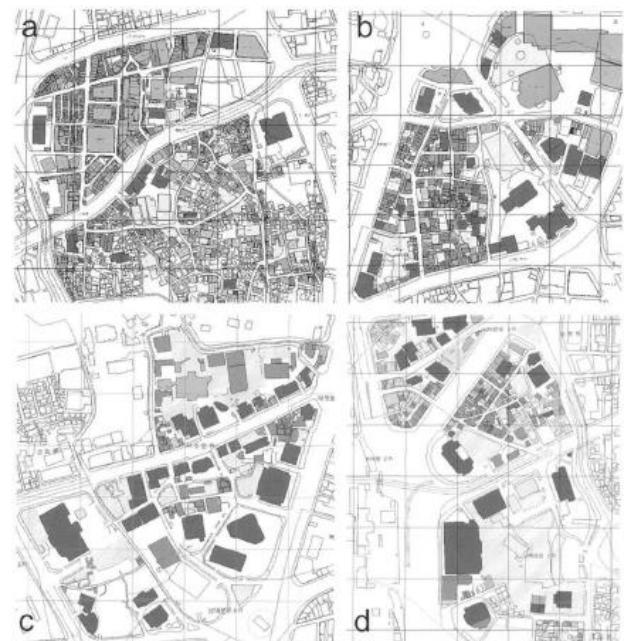
As the results show, while the correlation between pedestrian network and pedestrian volume was $R^2=0.515$ in downtown Seoul, there was a very close correlation when it was broken down and analyzed according to the type of land use, and this signified that correlation between pedestrian network and pedestrian volume differed according to land use. The study results suggest that when planning for pedestrian space, in business and commerce areas need a plan that puts more emphasis on space network over comfort of pedestrian environment, and in the case of residential areas, comfort of pedestrian walkways are more important than space network.

주제어 : 보행네트워크, 보행통행량, 토지이용패턴, 공간구문론

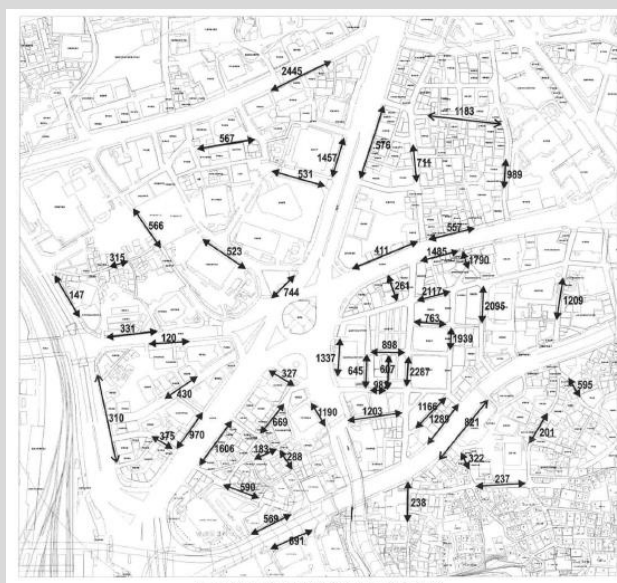
Keywords : Pedestrian Network, Pedestrian Volume, Land Use Pattern, Space Syntax

*이 연구는 "서울시 산학연 협력사업(과제번호: 10557)" 지원에 의한 연구 결과의 일부임.

Corresponding Author : Shin, Haeng-woo, Department of Architecture, Sejong University, 98 Gunja-Dong, Gwangjin-Gu, Seoul, 143-747, Korea, Tel: +82-2-3408-3922, E-mail: hwsin@spacesyntax.co.kr



Residential area Commercial area Restaurant Business area
 <그림 2> 연구대상지의 토지이용현황 분석(출처: 서울 도심부 발전계획(2004))
 a: 남대문시장 및 회현동 주거지역 b: 북창/소공동 c: 서소문동 d: 봉래동

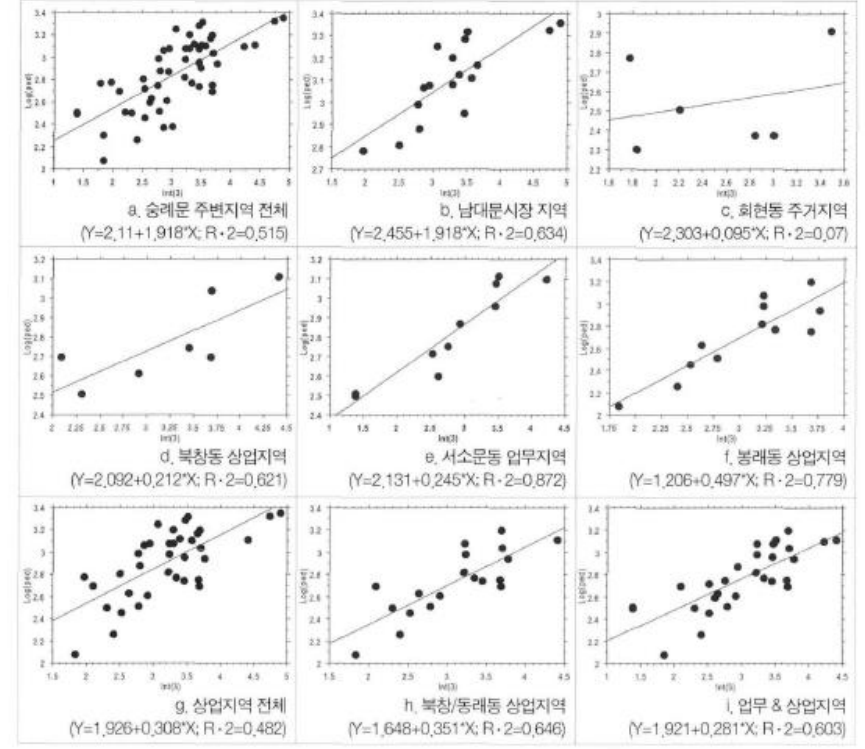


<그림 4> 송례문 주변지역 시간당 보행동행량



<그림 5> 송례문 주변지역 보행 네트워크

<표 1> 토지이용에 따른 보행네트워크 분석



근린의 도로 네트워크 구조와 보행자 교통사고의 연관성 분석: 서울시 TAAS (2012~2014) 자료를 중심으로*

An Analysis of Associations between Neighborhood Road Networks and
Pedestrian Traffic Accidents: Focused on the TAAS (2012-2014) in Seoul,
Korea

이호준** · 이수기***
Lee, Hojun · Lee, Sugie

Abstract

The complexity, connectivity, and continuity of road network structure affect the speed of vehicle and drivers' vision and driving behavior, which strongly determines pedestrian safety. Thus more objective and in-depth research is required to identify the association between road network and pedestrian safety. In this context, this study examines the relationship between neighborhood environment including road network structure and pedestrian safety using the TAAS (2012-2014) data. We utilize negative binominal regression model. Unlike previous studies, this study includes exposure variables such as pedestrian volume, population, and road congestion level and objective measures of road network structure such as average geodesic distance, network betweenness centrality, average clustering coefficient. Key finding and implications can be organized as follows. First, pedestrian traffic accidents on community living zone road is strongly associated to road network structure of neighborhood-level. Second, we confirm that pedestrian volume and traffic condition are important variables for pedestrian accidents. Third, pedestrian traffic accidents are strongly associated with commercial land use and public transportation systems including median exclusive bus station. This study suggests policy implications for neighborhood road network design in urban planning and design projects and for pedestrian safety.

키 워 드 ■ 보행자, 교통사고, 교통안전, 도로 네트워크, TAAS
Keywords ■ Pedestrian, Traffic Accident, Traffic Safety, Road Network Structure, TAAS

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

산업화와 자동차 교통의 대중화는 편리성과 이동

성 측면에서 현대인의 삶에 긍정적인 영향을 미쳤지만 환경오염, 교통안전, 운동부족과 같은 부작용 또한 함께 야기했다. 전 세계적으로 도시의 환경친화성과 지속가능성, 그리고 도시민들의 건강에 대한 관심의 증대 등으로 인하여 교통의 패러다임이 자

* 이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(NRF-2015R1A2A2A01006865)이며, 2016년 4월 대한국토·도시계획학회 춘계산학학술대회에서 우수 논문을 수상한 논문을 수정·보완한 것임

** Dept. of Urban Planning & Engineering, Hanyang University

*** Dept. of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (Corresponding author: sugielee@hanyang.ac.kr)

표 2. 도로 네트워크 구조 지표의 개념과 예시

Table 2. Concept and examples of road network structure Indices

유형(type)	개념과 정의(concept and definition)	예시(example)	
		Lower value	Higher value
평균 최단경로거리 Average geodesic distance	the average no. of intersections in the shortest routes in the network $GD_{avg} = \frac{\sum_j \sum_k gd_{jk}}{[n(n-1)/2]}, j \neq k$	 2.000	 2.444
네트워크 매개 중심성 Network betweenness centrality	the degree of traffic concentration on specific roads within the network $C^B = \sum_{i=1}^n (C_i^B - C_i^B) / [(n-1)^2(n-2)]$	 0.134	 0.246
평균 군집화 계수 Average clustering coefficient	the degree of subnetwork formation in the network $CC = \frac{\sum_1 CC_i}{n}$	 0.000	 0.497

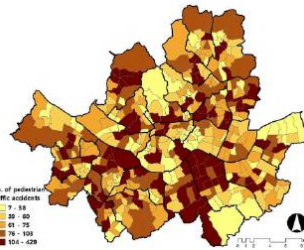


그림 2. 서울시 행정동별 보행자 교통사고 건수 분포 (2012~2014)

Figure 2. Spatial distribution of pedestrian traffic accidents by administrative Dong in Seoul (2012~2014)

그림 3. 도로 네트워크의 유형 예시
Figure 3. Examples of road network

Type	A	B	C	D
Road network structure				
Dong	여의도동 Yeoui dong	논현2동 Nonhyeon2 dong	신길6동 Singil6 dong	불광1동 Bulgwang1 dong
Network indices	Geo. distance: 7.043 Bet. centrality: 0.098 Clust. coeff.: 0.387	Geo. distance: 12.575 Bet. centrality: 0.144 Clust. coeff.: 0.418	Geo. distance: 16.888 Bet. centrality: 0.168 Clust. coeff.: 0.514	Geo. distance: 18.987 Bet. centrality: 0.224 Clust. coeff.: 0.563

표 4. 보행자 교통사고 음이항 회귀 분석 결과

Table 4. Results of negative binomial regression analysis for pedestrian traffic accidents

독립변수 Independent variables	Model1		Model2		Model3	
	전체 보행자 교통사고 Total		생활권 도로 보행자 교통 사고 Community road		비생활권 도로 보행자 교통사고 Non-community road	
	coef.	z	coef.	z	coef.	z
인구수 Population	0.033***	11.31	0.037***	10.06	0.026***	6.23
노인인구 비율 Senior pop. ratio	1.380	1.61	0.566	0.52	2.423**	1.97
유동인구수 Pedestrian volume	0.001***	6.15	0.001***	4.99	0.001***	4.33
평균 도로혼잡도 Average level of road congestion	0.145***	3.44	0.122**	2.35	0.199***	3.19
평균 최단경로거리 Average geodesic distance	0.020***	2.73	0.026***	2.91	0.012	1.15
네트워크 매개중심성 Network betweenness centrality	-1.126***	-2.83	-1.340***	-2.66	-0.713	-1.25
평균 군집화계수 Average clustering coefficient	-0.328	-0.80	-0.882*	-1.73	0.871	1.43
상업시설 연면적 비율 Commercial use floor area ratio	1.544***	8.55	1.698***	7.41	1.212***	4.75
산업시설 연면적 비율 Industrial use floor area ratio	0.158	0.52	0.188	0.49	0.043	0.10
토지이용혼합도 Land use mix	0.235	1.49	0.172	0.87	0.357	1.60
평균 제한속도 Average speed limit	0.001	0.24	0.001	0.29	0.002	0.37
평균 차로수 Average no. of lanes	0.015	0.57	-0.096***	-2.98	0.198***	5.11
교차로 밀도 Intersection density	0.015	1.52	0.004	0.34	0.026*	1.88
교차로수당 도로연장 Road length per no. of intersection	0.003	0.11	0.011	0.34	-0.021	-0.58
지하철 입구 개수 No. of subway entrances	0.010**	2.17	0.009	1.62	0.011*	1.65
버스정류장 개수 No. of bus stops	0.001	0.63	-0.002	-0.79	0.005**	2.03
중앙 버스전용차로 정류장 비율 Percent of median exclusive bus stops	0.732***	3.23	0.454	1.59	1.120***	3.43
과속방지턱 개수 No. of humps	0.000	0.38	0.001	1.14	-0.002	-1.19
횡단보도 개수 No. of crosswalks	-0.001	-0.92	-0.001*	-1.66	0.001	1.01
육교 개수 No. of pedestrian bridges	-0.023	-1.03	-0.031	-1.09	-0.001	-0.03
어린이보호구역 개수 No. of school zone	-0.009	-1.00	-0.013	-1.22	-0.001	-0.08
constant	1.992***	6.69	2.292***	6.20	-0.524	-1.19
Number of observation	423		423		423	
alpha(α)	0.08		0.12		0.15	
chibar2	574.38		425.89		434.46	
prob>=chibar2	0.000		0.000		0.000	
Log likelihood	-1870.98		-1749.01		-1612.98	
AIC	3787.95		3544.02		3271.95	
BIC	3881.04		3637.11		3365.04	

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

#2. Streetscape / Walking space

Street type

Motorway



Seattle, Olympic Sculpture Park



Olympic Road, Banpo Apartment Complex, Cover park, Seoul

Dusseldorf, Median hafen



Street type



보차병행
12M 이상
보행자가 도로의 측면을 이용하도록 차도와 보도를 분리

Street type

Pedestrian

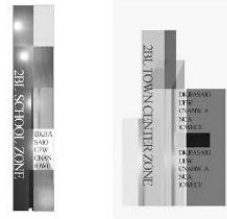
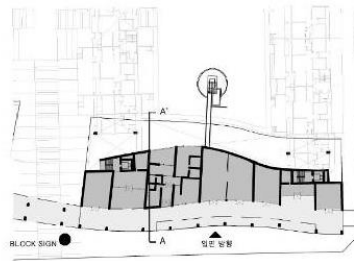


Street type

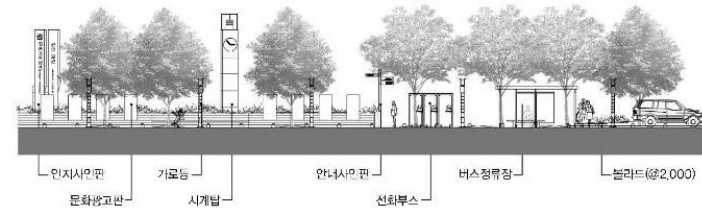
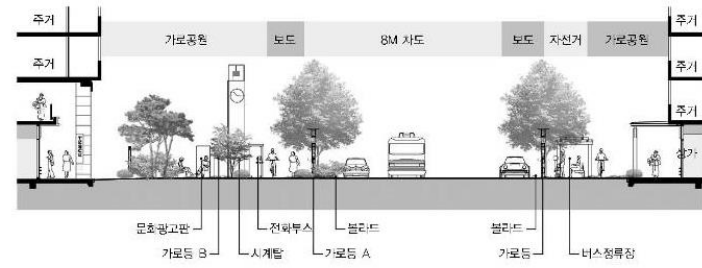
Community Street

생활가로 세부계획

간판계획



가로시설물계획



은평뉴타운 생활가로



Vehicle

Transit mall, 대중교통중심도로



Vehicle

Transportation Oriented Development(TOD) Calthorpe, 1993

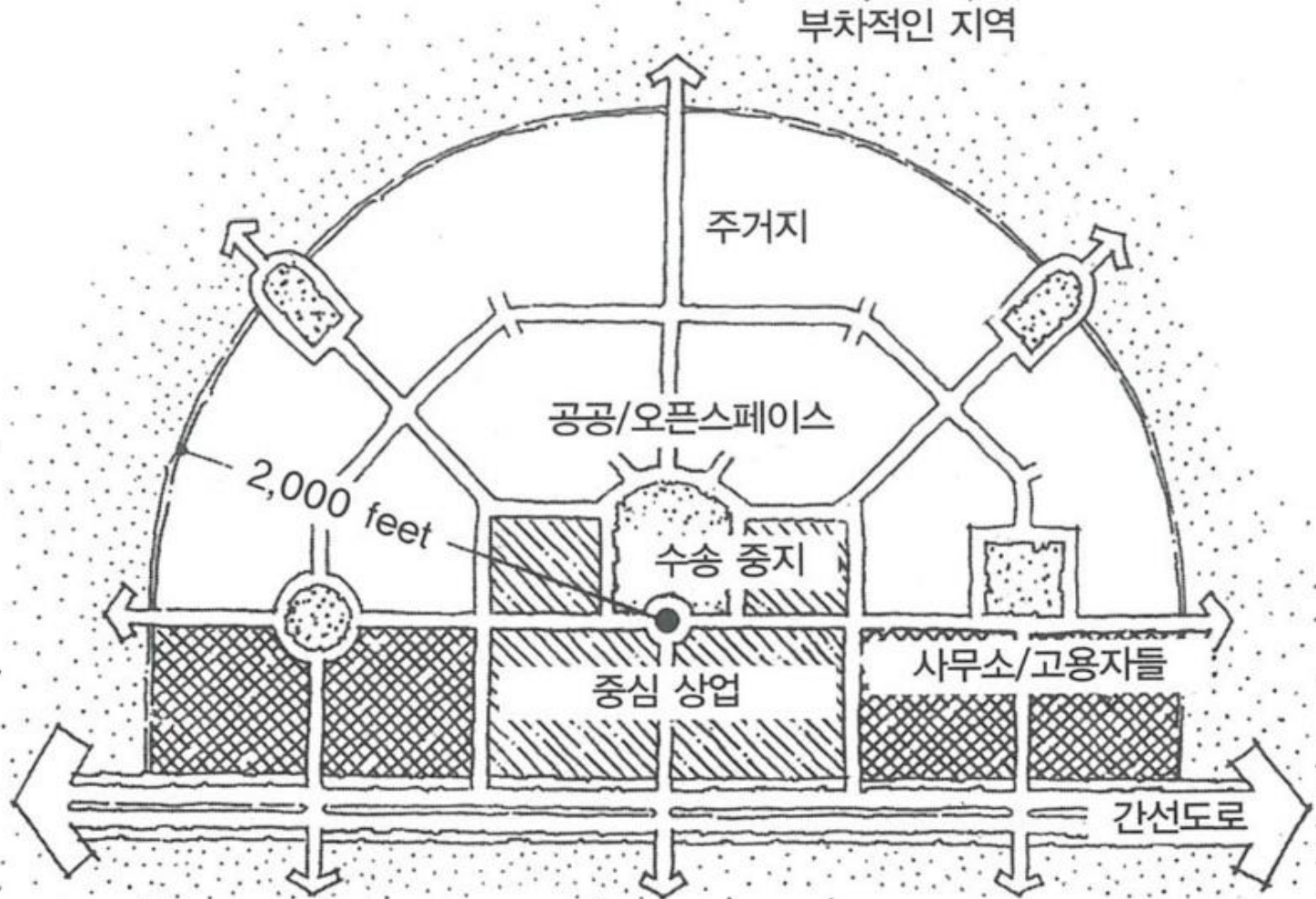
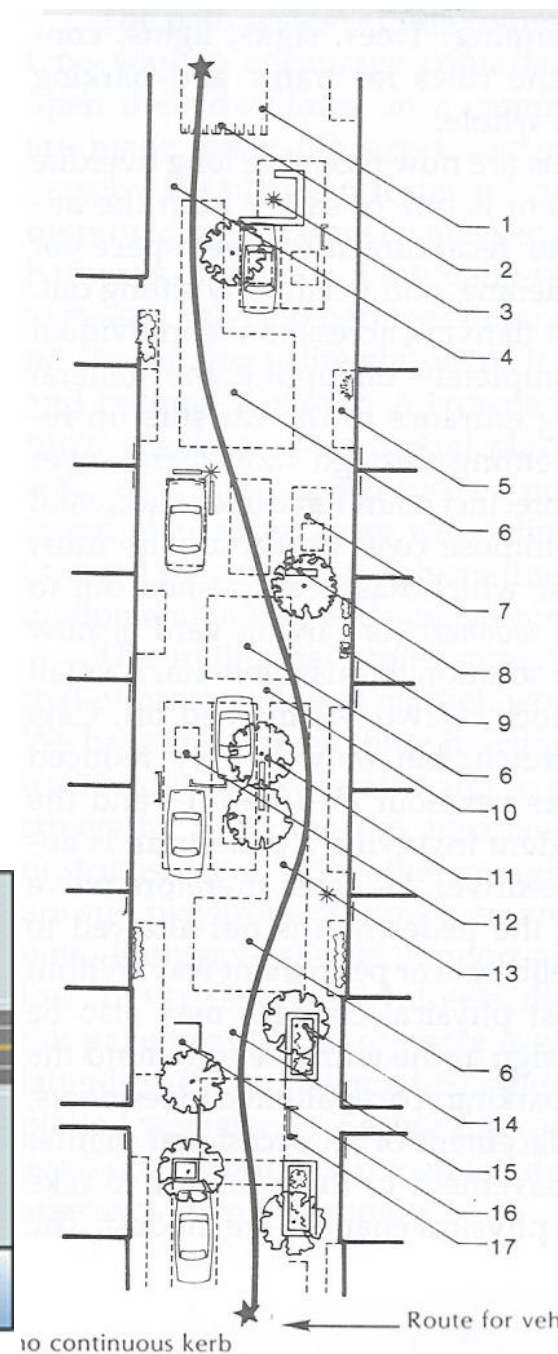
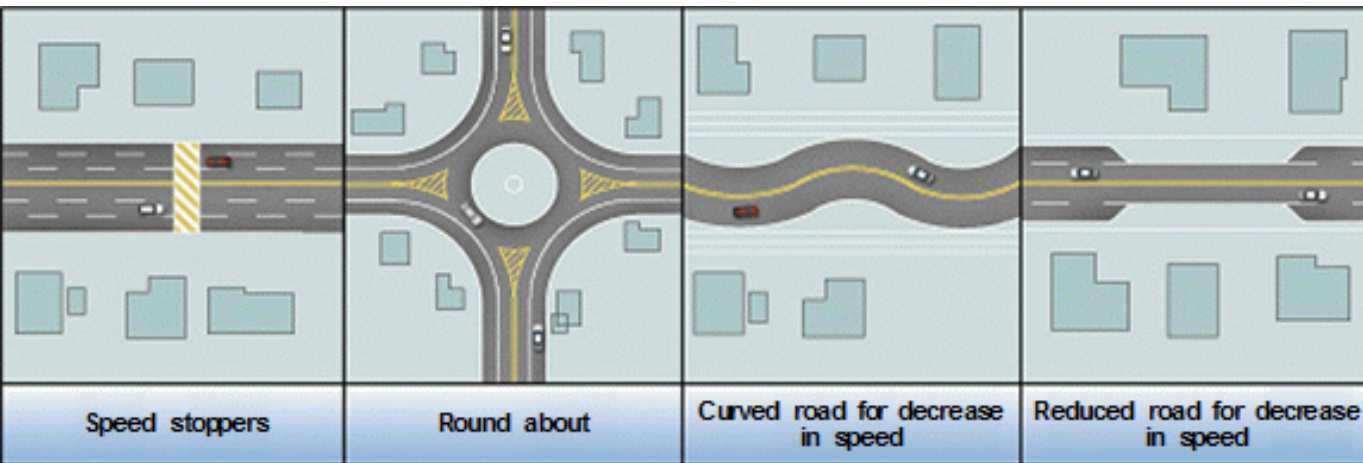


그림 8.20 대중교통지향개발(Transit-Oriented Development)(출처 : Calthorpe, 1993)

Vehicle

Traffic calming



Vehicle

Road section detail

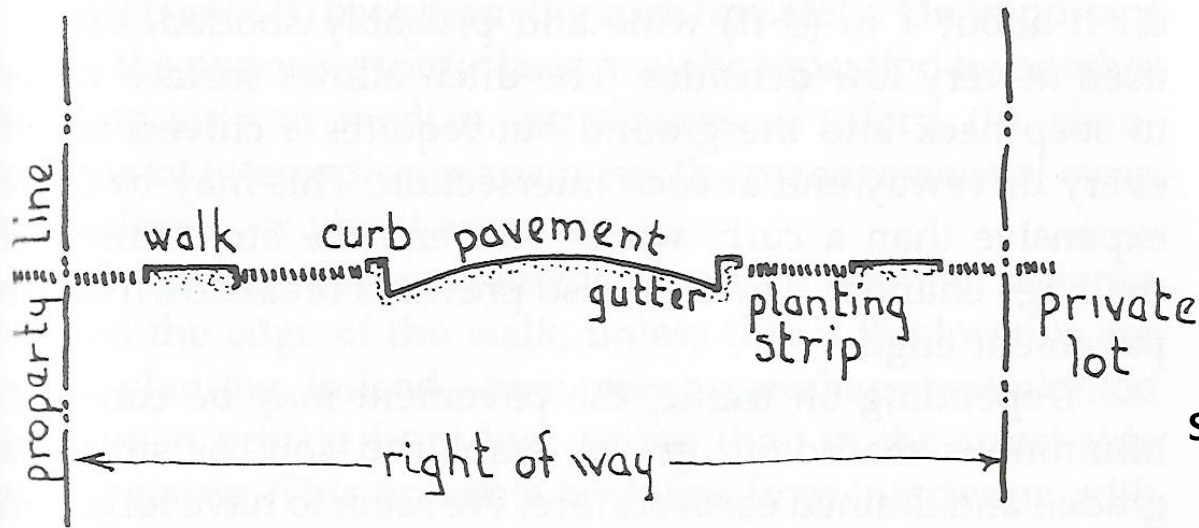
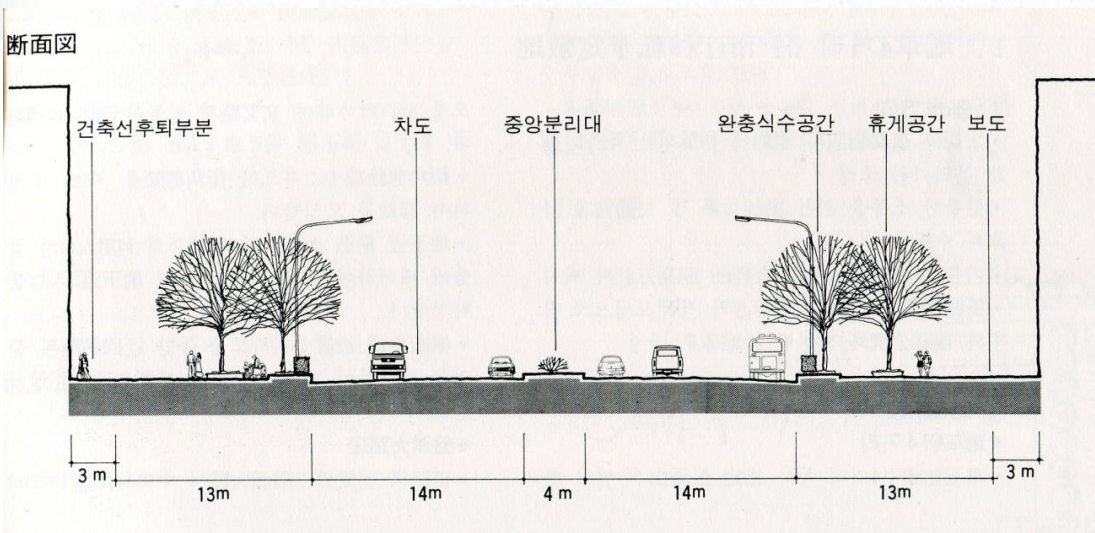


FIGURE 73
*The elements of
the normal street
cross-section.*

Site planning 3rd edition, Kevin Lynch



Teheranro street, Seoul

Vehicle

Street Facility



Norman Foster, Bilbao subway

신호등 및 교통사인

차량 및 보행신호등이 눈높이에 위치, 건물목바닥사인에 의한 보행자의 주의환기와 차선의 지그재그화로 운전자의 서행을 유도, 모든 건물목 신호등에 시각장애인을 위한 안내시스템 장착



블라드

높고 좁은 길이로 보행자의 충돌방지 기능과 낮고 넓은 폭으로 벤치 기능을 부여 (넓은 보도가 필요함)



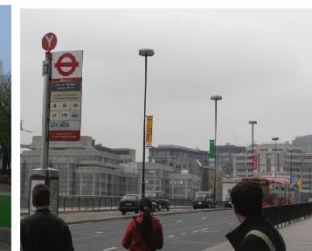
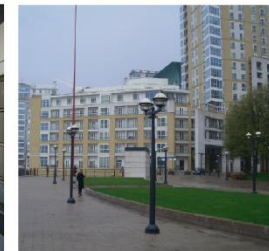
가로등, 보행등, 장식등

신사가의 모던한 형태와 구시가(캐서린도크)의 클래식한 형태의 적절한 사용 (거리별 특화) 무채색의 색채 배제



버스정류장

도장(페인트칠)의 자제 금속 및 유리의 소재마감에 의한 세련미 강조



Vehicle

Street Facility, soundproof walls



Vehicle

Planting stripe / road diet

https://www.citylab.com/solutions/2017/05/barcelona-green-urban-forest-climate-plan/526998/?utm_source=SFFB

Barcelona Urban Forest



D.C. Street Trees Map

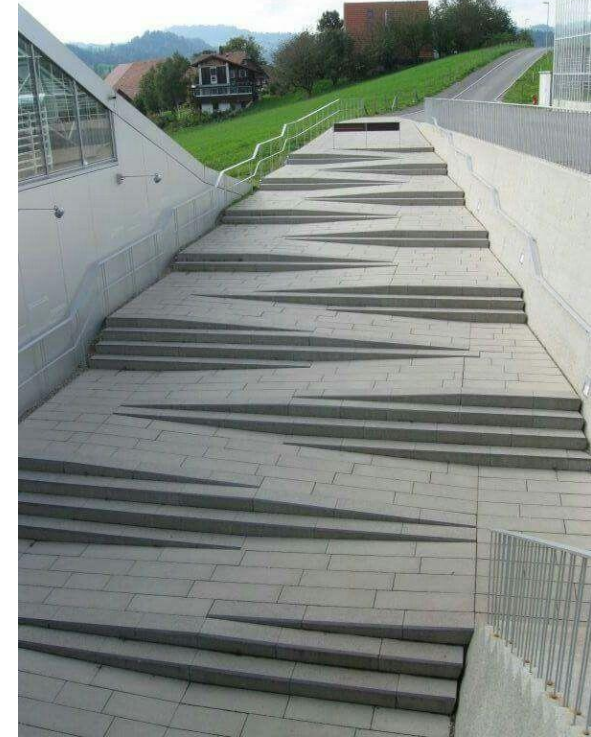
<https://caseytrees.org/resources-list/d-c-street-trees-map/>



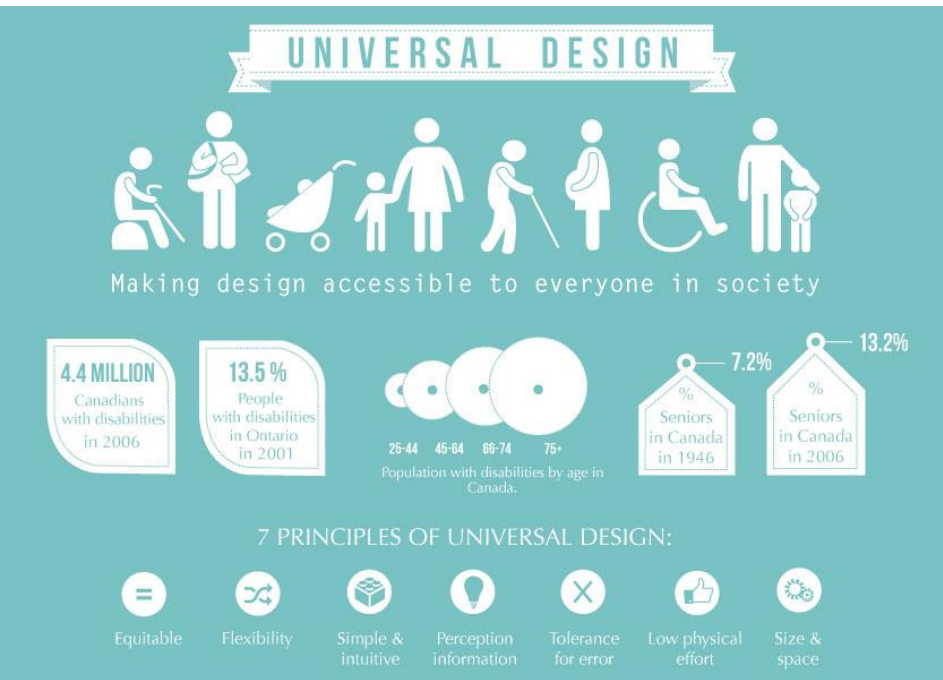
Jeonju

Pedestrian Universal Design

ramp



<https://www.pinterest.co.kr/explore/ramp-design/?autologin=true>



<http://iknowexpo.org/blog/universal-home-design-line-courses/>



<http://universaldesigncasestudies.org/health/hospitals/kansai-rosai-hospital-garden/aerial-views>

Pedestrian

Pocket park / street park



부평 한평공원



Pocket Park

일본 동경



Street Park



일본 동경 마루노우치

Pedestrian Urban Furniture

벤치

모던한 형태와 클래식한 형태의 혼재
스틸, 우드 등 소재마감, 무채색의 색채 배제
조형벤치 (넓은 보도 및 공원 적용)



공중전화부스

전통적 부스형태와 기능을 극대화한 간결한 형태의 혼재



기능의 통합화(재떨이+쓰레기통)가 아닌
단순기능의 극대화
스틸 소재마감



공중화장실

건물과 연계된 형태,
친환경적 외부미감소재
페이빙과 연계 및 주변과 조화

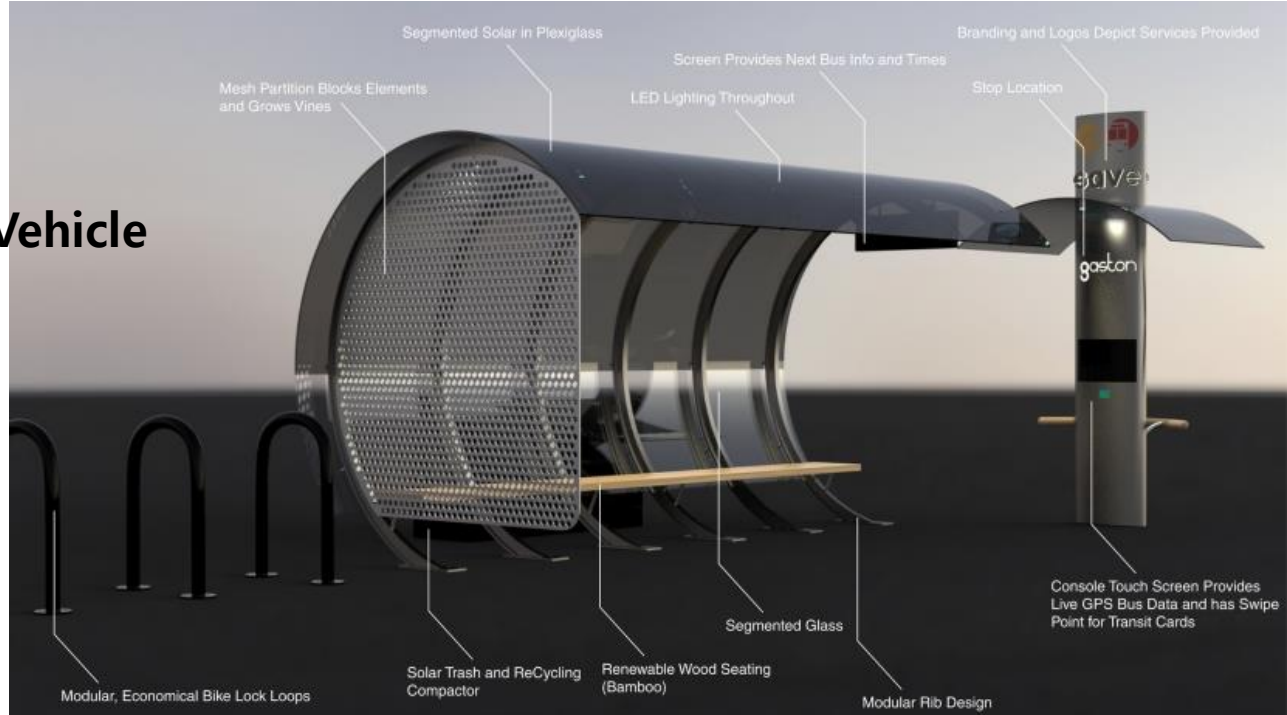


Pedestrian Signage

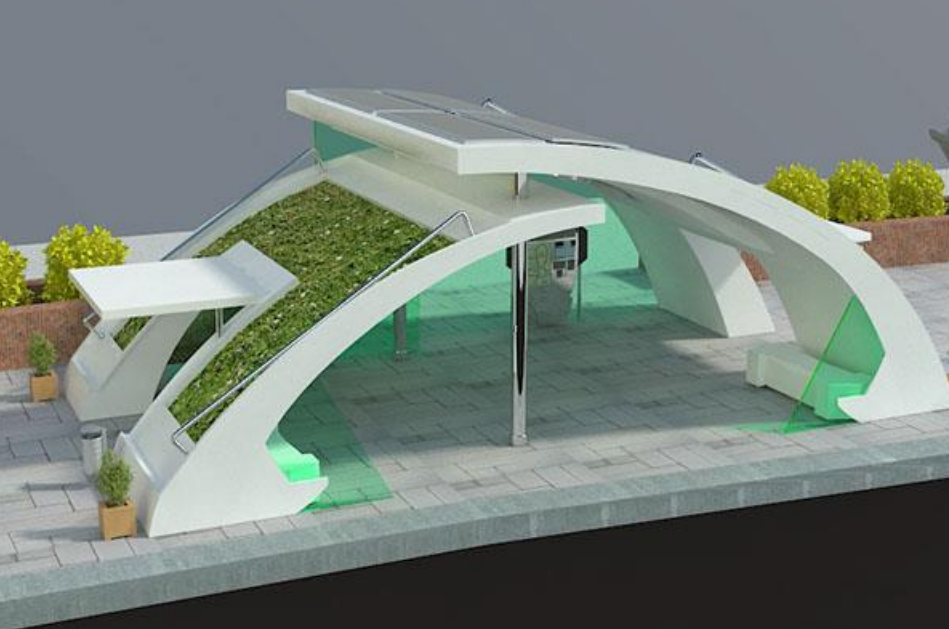


Pedestrian Bus, Electric Car, Smart Vehicle

<https://www.scad.edu/academics/programs/design-sustainability>



<https://www.behance.net/gallery/11048521/Green-bus-stop-project>



<https://imgur.com/gallery/84pajn0>



Pedestrian Crossing



Source : popucity.net

Pedestrian bridge



건축가 : Fernandez Ordenez



파드레 아루페 다리 (출처 : <http://www.bilbaoria2000.org>)



Pedestrian awning

철책 / 차양

단순한 기능적 시설이 아닌 조형화로 시선유도 및 랜드마크화



Pedestrian

Pedestrian, Bicycle

자전거도로의 유형 및 특성

구분	구분기준	설치방법(예시)	장점	단점
자전거 전용도로	자전거만이 통행할 수 있도록 분리대·연석 기타 이와 유사한 시설물에 의하여 차도 및 보도와 구분하여 설치된 자전거도로		<ul style="list-style-type: none"> • 차도와 같은 높이로 설치되어 자전거보행자겸용도로에 비해 노면의 평탄성과 연속성이 우수함 • 보행자와의 간섭이 없기 때문에 주행의 쾌적성과 편의 확보에 유리함 	<ul style="list-style-type: none"> • 기성 시가지 내 설치를 위해서는 도로를 증설하거나 기존 도로의 용량을 줄여야 함 • 교통수요가 많고 가로변의 토지 이용밀도가 높은 경우 설치공간을 확보하기가 매우 어려움
자전거 전용차로	다른 차와 도로를 공유하면서 안전표지나 노면표지 등으로 자전거통행구간을 구분한 차로		<ul style="list-style-type: none"> • 기성 시가지 내 도로용량이나 교통운영체계에 거의 영향을 미치지 않음 • 부분 포장이나 착색 등 비교적 간편하고 저렴하게 시공 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 전용도로와 동일한 단점 • 차도와의 사이에 물리적 장애물이 없으므로 자동차 및 노상주정차로 인한 단절 및 상충이 발생할 수 있음
자전거 보행자 겸용도로	자전거 외에 보행자도 통행할 수 있도록 분리대·연석 기타 이와 유사한 시설물에 의하여 차도와 구분하거나 별도로 설치된 자전거도로		<ul style="list-style-type: none"> • 기존의 도로용량이나 교통운영체계에 거의 영향을 미치지 않음 • 부분 포장이나 착색 등 비교적 간편하고 저렴하게 시공 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 교차로, 이면도로 접속부 및 주차시설로 인한 잦은 단절 • 보도 표면의 단차와 요철 • 보도 위에 설치되는 각종 가로시설물과 노상적치물 • 보행자와 휠체어, 유모차 및 보도 위 활동과의 상충

교차로에서 자전거 횡단경로의 연속성 개선

독일 뮌스터시의 교차로. 각 방향에서 접근하는 자전거의 직진 및 좌-우회전을 위한 경로가 서로 명확히 구분되어 있으며, 어느 경우에도 갑자기 끊어지거나 꺾이는 부분 없이 완만한 곡선으로 연결되어 있다. 자전거를 위한 신호등과 정지선, 신호대기공간이 별도로 마련되어 있어서 노면 표시와 신호만 잘 지키면 원하는 방향으로 안전하게 길을 건널 수 있다.

출처 : ADFC, Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club Düsseldorf 홈페이지, <http://www.adfc-nrw.de/kreisverbaende/kv-duesseldorf/radverkehr/radwege/>



Pedestrian

Bicycle

자전거보관대

단순한 조형형태로 간결한 표현
셸터의 배제로 우천시 문제점 야기우려



상업지역의 가로환경이 보행자의 구매 활동에 미치는 영향

- 인사동과 문정동 상업 가로를 대상으로 -

The Effect of Street Environment on Pedestrians' Purchase in Commercial Street

- Focused on Insa-dong and Munjeong-dong Commercial Street -

홍성조* 이경환** 안건혁***
Hong, Sung-Jo Lee, Kyung-Hwan Ahn, Kun-Hyuck

Abstract

This study aims to analyze the effects of a street environment on commercial streets vitalization and to determine elements that have great influence. Path analysis was used to test the relation among each independent variable, an overall satisfaction, and users' behaviors which are related to street vitalization. Data was collected by a direct survey in Insa dong and Moonjung dong area. According to the results, the street environment effects on the walking time, the staying time, and the purchase through the overall satisfaction as a mediator. It shows that street environment and street vitalization have the relation of cause and effect.

키워드 : 상업가로, 보행환경, 가로활성화, 가로환경개선, 경로분석

Keywords : Commercial Street, Walking Environment, Street Vitalization, Improvements of Street Environment, Path Analysis

1. 서 론

1960년대 이후 선진국에서는, 도심부 상업지역의 쇠퇴를 막기 위한 수단으로써 보행자 공간 계획이 건축 및 도시설계분야의 중요한 관심사가 되어왔다. 국내에서도 최근 보행환경에 대한 관심이 증가하고 있으며 서울시의 경우 걷고 싶은 거리사업, 보행자 전용지구 지정, 보행환경개선사업 등이 활발히 진행되고 있다.

상업지역의 가로환경을 개선하기 위해서는 지역상인, 지역주민, 건축주, 토지소유주 등 상업가로의 이해당사자들의 역할이 매우 중요하다. 이는 현재 인간의 건축행위가 국내 도시설계기법의 중요한 실현수단이기 때문이다. 즉, 이해당사자들은 가로환경 개선의 실행 주체가 될 뿐만 아니라 개선된 가로환경의 지속적인 유지관리에도 중요한 역할을 한다.

또한 도로나 보도와 같은 가로의 공적공간뿐만 아니라 점포나 건물과 같은 사적공간을 포함하는 총체적인 가로환경개선을 위해서는 이해당사자들의 이해와 참여가 더욱 중요하다.

- * 서울대학교 건설환경공학부 박사수로
(교신지자, 이메일 : sungjo.hong@gmail.com)
- ** 공주대학교 건설환경공학부 전임강사
- *** 서울대학교 건설환경공학부 교수

본 연구는 서울대학교 SIR BK21 (안전하고 지속가능한 사회기반건설)사업단의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사의 뜻을 표합니다.

상업가로 이해당사자들의 적극적인 참여를 이끌어 내기 위해서는 상업지역의 가로환경 개선이 지역 상인들의 실질적인 관심 사항인 지역의 상업적 활성화를 이끌어 낼 수 있음을 이해시키는 것이 필요하다. 또한 해당 상업가로의 특성에 따라 상업적 활성화를 극대화 시킬 수 있는 차별화된 가로환경 개선방안의 마련이 필요하다.

따라서 본 연구는 상업 지역의 가로환경 개선¹⁾이 지역상인 활성화에 중요한 보행자들의 구매 활동에 영향을 미친다는 가설을 실증적으로 분석하고, 상업가로의 특성에 따라 차별화된 활성화 요소들을 밝혀내는데 목적이 있다.

2. 선행연구 고찰

2.1 환경이 인간행동에 미치는 영향

가로환경이 보행자의 구매활동에 미치는 영향과 같은 환경과 인간행동 사이의 관계는 환경심리학분야에서 주로 다루어지고 있으며 특히 이용 창출을 목적으로 하는 상업건물내에서 물리적 환경이 인간의 행동 패턴, 나아가 매출에 미치는 영향에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. (안은희 등, 2002) 도시환경 및 건축물환경이 인간의 행동에 미치는 영향에 대한 관심이 증가되면서 이러한

1) 본 연구에서의 가로환경개선이란 단순히 가로의 물리적 환경 또는 보행환경을 개선하는 것이 아닌 정보와 가로간의 관계, 가로의 용도와 활동 등을 포함하는 보다 넓은 의미로 사용되었으며 가로 전체의 성격을 개선하는 것을 의미한다.

표2. 각 영역별 측정항목

		측정요인	측정항목	
의생 변수	가로 환경	보행 환경	보도포장, 보도폭, 청소상태	
		가로 시설물	휴식시설(벤치, 공원 등), 노점상의 불거리, 노점상의 개수	
		건축물 환경	건축물 디자인, 건축물의 특색상징성, 간판	
		접근성	대중교통 접근성, 집에서의 거리	
		다양성	다양한 프로그램, 다양한 활동, 다양한 요소	
	혼잡도	지역 특성	연계성	점포와 가로의 시각적 개방성, 점포와 가로의 기능적 연계, 점포의 쇼윈도우
		공간적 혼잡도	공간적 혼잡도	비좁은, 폐쇄된 느낌을 주는, 답답한 등으로 표현
			사회적 혼잡도	분주한, 혼잡한, 복잡한, 짜관 등으로 표현
	제품 및 서비스수준	서비스 수준, 상품의 품질 및 가격, 구매만족도		
	매개 변수	총체적 만족도	계절	하절기-1 동절기-0 재방문의사
추천의사			지역 만족도	
종속 변수	구매 활동	보행시간, 체류시간	구매상품수	
		구매상품수		

자료인지를 검증하기 위하여 KMO and Bartlett's Test 를 실시하였다. KMO 표본적합도와 Bartlett의 구형성검정은 전체 상관관계 행렬이 요인분석에 적합한지를 나타내는 지표이며 **KMO 표본적합도가 0.5이상이고, Bartlett의 구형성검정 결과가 유의하면 요인분석에 적합한 자료이다**⁹⁾ 표3의 분석결과를 보면, KMO 표본적합도가 0.800, Bartlett's 구형성검정의 유의확률이 0.000으로 본 자료는 요인분석에 적합한 자료로 분석되었다.

표3. KMO and Bartlett's Test 결과

KMO 표본적합도			.800
Bartlett's 구형성 검정	Approx. Chi-Square		1568.941
	df		190.000
	Sig.		.000

표4. 요인분석결과(회전된 성분행렬)

	요인					
	다양성	건축물 및 시설 환경	연계성	상품 및 서비스	보행 환경	접근성
다양한 프로그램	.805	.197	.259	.149	.021	-.016
다양한요소	.780	.193	.322	.097	.017	.108
다양한활동	.692	.041	-.021	-.015	-.002	.006
노점상의 불거리	.657	.348	.195	.212	-.104	.035
건축물 디자인	.119	.776	-.024	.109	.205	.145
간판	-.046	.717	.339	.125	.198	-.043
휴식시설	.193	.661	-.100	-.002	.002	.002
건축물의 특색상징성	.195	.651	.273	.134	.061	-.226
노점상개수	.272	.510	.220	.143	.147	.087
점포와 가로의 시각적 개방성	.151	.050	.891	0.38	-.020	.052
점포와 가로의 기능적 연계	.153	.145	.821	0.81	.086	.127
점포의 쇼윈도우	.337	.170	.656	.270	.198	.051
구매만족도	.123	.029	.127	.847	.048	-.008
상품의 품질 및 가격	-.002	.121	.000	.824	.110	.145
서비스수준	.169	.187	.152	.794	-.003	.086
보도포장	.079	.067	.115	-.043	.829	.058
보도폭	-.169	.139	.018	.063	.813	.043
청소상태	.056	.172	.037	.135	.757	.097
집에서의 거리	-.124	.015	.085	.102	.049	.844
대중교통 접근성	.242	-.009	.096	.093	.145	.754

요인추출방법: 주성분분석, 회전방법: Kaiser 정규화가 있는 **바리리시스**

설명

4.2 총체적 만족도의 신뢰성분석

신뢰성분석은 한 대상을 유사한 측정도구로 여러 번 측정하거나 하나의 측정도구로 반복 측정했을 때의 내적 일관성을 검증하기 위한 분석이다. 본 연구에서는 총체적 만족도라는 개념을 측정하기 위하여 재방문의사, 추천의사, 만족도의 3가지 항목을 통해 측정하였으므로 신뢰성 분석이 필요하다. 이를 위하여 내적일관성 검증에 가장 많이 쓰이는 Cronbach's Alpha 검증을 실시하였으며 그 결과는 표 5와 같다.

Cronbach's Alpha 계수는 높을수록 내적일관성을 가짐이란 것으로 **0.8~0.9이상이면 바람직하고, 0.6~0.7이상이면 수용할 만한 것으로 여겨진다**.¹⁰⁾ 분석결과 Cronbach's Alpha 계수는 0.892로 총체적 만족도를 측정할 3개 항목은 충분한 내적일관성을 가짐을 알 수 있다. 또한 해당항목의 삭제시의 Cronbach's Alpha 계수를 보면 0.847, 0.810, 0.885로 3개 항목을 모두 이용한 경우의 0.892보다 낮다. 즉, 재방문의사, 추천의사, 만족도의 3개 항목을 모두 사용하여 총체적 만족도를 측정하는 것이 내적일관성이 가장 높음을 알 수 있다.

표5. 신뢰성분석결과

Cronbach's Alpha		N of Items		
0.892		3		
Item-Total Statistics				
	항목삭제시 치도 평균	항목삭제시 치도 분산	수정된 항목-전체 상관관계	항목삭제시 Cronbach's Alpha
재방문의사	9.49	5.173	.791	.847
추천의사	9.55	4.922	.833	.810
만족도	9.70	4.563	.755	.885

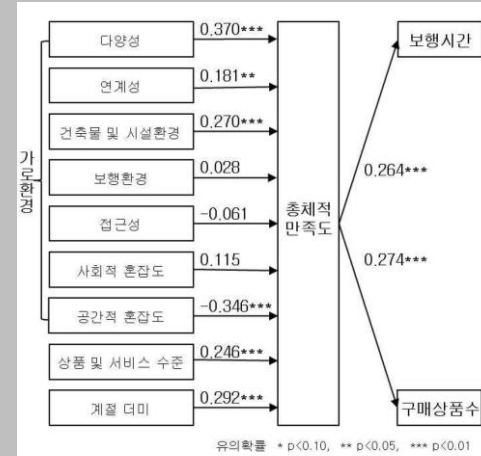


그림 2. 경로분석 모형 및 결과 - 인사동

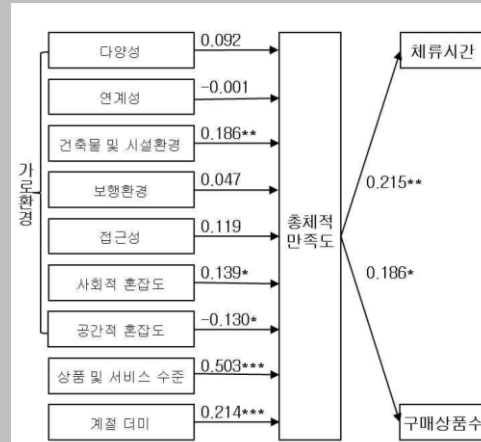


그림 3. 경로분석 모형 및 결과 - 문정동

대중교통전용지구 조성 사업 전후의 가로환경 및 보행자 만족도 변화에 관한 연구

- 서울시 서대문구 연세로 대중교통전용지구를 중심으로

Analysis of the Impacts of the Transit Mall Project on the Street Environment and the Degree of the Pedestrian Satisfaction

- Focused on the Yonsei-ro Transit Mall in Seodaemun-gu, Seoul

김성은* · 이제선**

*연세대학교 도시공학과 박사과정 / **연세대학교 도시공학과 교수

Kim, Sung-Eun* · Lee, Jea-Sun**

국문요약

본 연구에서는 가로의 보행환경 개선 및 보행활동 증진을 통해 지역의 위축된 상권을 회복시키고자 서울시 첫 번째 대중교통전용지구로 조성된 신촌 연세로를 대상으로 대중교통전용지구 조성 사업 전후 가로환경의 물리적 변화, 이러한 변화가 가로환경에 대한 보행자 만족도에 미친 영향, 그리고 만족도에 영향을 미친 변수가 무엇인지 분석하고자 한다. 본 연구를 위해서 이론 및 문헌 고찰, 연세로를 대상으로 대중교통전용지구 조성 사업 전후 가로환경의 물리적 변화 관련 도면 및 실측조사, 설문조사 그리고 통계분석을 시행하였다. 연구결과로는 첫 번째, 사업 전후 가로의 물리적 환경이 개선된 것으로 분석되었다. 두 번째, 이러한 변화에 의해 가로환경에 대한 보행자 전반적 만족도 및 대부분의 가로환경 구성요소에 대한 만족도가 사업 전보다 사업 후 높아진 것으로 나타났다. 마지막으로, 가로환경에 대한 보행자 만족도에 영향을 주는 3개의 변수로는 '연결성', '쾌적성' 및 '안전성'으로 나타났다.

Abstract

'Yonsei-ro' in Sinchon opened in 2014 as the first transit mall in Seoul to revitalize downtown commercial areas by ensuring pleasant pedestrian environment and promoting walking activities. This research evaluates Yonsei-ro before and after the establishment of the transit mall in order to analyze physical environmental changes of the street, impacts on pedestrian satisfaction, and main factors that influence pedestrian satisfaction. Therefore, this research reviews literature, analyzes physical changes after the establishment of the Yonsei-ro project through drawings and surveys, conducts survey, and performs statistical analysis. The findings of this research are the following. First, the physical environment has been improved by the project. Second, the degree of satisfaction increased after the project. Finally, the main factors related to pedestrian satisfaction were connectivity, pleasantness, and safety.

주제어 : 대중교통전용지구, 가로환경, 보행자 만족도, 단일집단 사전사후검사설계, 연세로

Keywords : Transit Mall, Street Environment, Pedestrian Satisfaction, One Group Pretest-Posttest Design, Yonsei-ro

이 논문은 국토교통부의 U-City 석·박사과정 지원사업으로 지원되었습니다.

본 논문은 2014년 한국도시계획학회 추계학술대회 우수상 수상논문 내용을 바탕으로 수정 보완한 것입니다.

Corresponding Author : Jeasun Lee, Department of Urban Planning & Engineering, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, Korea, E-mail: jeasunlee@yonsei.ac.kr

〈표 3〉 연세로 대중교통진흥지구 사업 개요

구분	내용	
계획		
구간	신촌로터리(신촌 지하철역)~연세대 정문	
규모	폭 4~11m, 길이 550m	
속도제한	30km/h	
진입허용	평일	시내버스, 자전거, 16인승 승합차, 구급차, 택시(자정~오전4시), 조업차량(사전허가차량, 지정시간)
	주말	보행만 가능, 모든 교통 통제
공시기간	2013년 9월 28일~2014년 1월 5일	

〈그림 2〉 연세로 대중교통진흥지구 사업 전(좌)과 조성 후(우)

〈표 5〉 연세로 대중교통진흥지구 사업 전후 가로환경에 대한 보행자 만족도

가로환경구성요소	평균		표준편차		t값	p값
	전	후	전	후		
전반적만족도	2.37	4.12	0.68	0.56	-20.158	.000*
보도폭	2.11	4.25	0.82	0.77	-19.411	.000*
보차분리	2.84	3.95	0.90	0.94	-8.727	.000*
보도포장	2.32	4.19	0.90	0.70	-16.847	.000*
위생시설	2.01	3.02	0.77	0.92	-8.562	.000*
교통안전정보시설	2.35	3.44	0.77	0.77	-10.222	.000*
출입구안전	2.36	3.60	0.86	0.83	-10.593	.000*
가로등	3.38	4.03	0.80	0.72	-6.196	.000*
보행자신호대기시간	3.37	3.82	0.89	0.83	-3.773	.000*
벤치	1.85	3.29	0.74	0.94	-12.234	.000*
버스정류장	2.79	4.02	0.83	0.71	-11.471	.000*
대중교통접근성	3.54	4.05	0.93	0.78	-4.270	.000*
주변상가연결성	3.38	3.94	0.95	0.74	-4.794	.000*
가로수	3.11	3.73	0.81	0.79	-5.624	.000*
보행방해물	2.18	3.55	0.89	0.89	-11.059	.000*
노점상	2.24	3.88	0.96	0.71	-13.984	.000*
불법주정차	2.51	4.02	1.04	1.01	-10.583	.000*
횡단보도위차	3.45	3.75	0.87	0.81	-2.596	.010*
출입거리	3.24	3.73	1.04	0.95	-3.558	.000*
먹거리	3.88	3.89	0.80	0.94	-0.080	.937
살거리	3.43	3.58	0.91	0.96	-1.110	.268
일거리	2.21	3.20	0.77	0.99	-8.051	.000*
볼거리(상징성)	2.80	3.25	1.08	1.09	-3.005	.003*

*.p<0.05

〈표 4〉 계속

구분	조성 전	조성 후	구분	조성 전	조성 후
가로수			가로수		
	가로수 750m	완형수로만 399개(799m)		위형	안전
가로등			가로등		
	조도: 19lux 가로등 간격 38m	조도: 22lux 가로등 간격 34m		3개소	4개소 (연대 및 횡단보도 1개소 추가)
가로포장			가로포장		
	1분04초	45초		365개소	169개소
가로등기			가로등기		
	0개07개	5개66개		7개소	1개소
가로등기			가로등기		
	2개	2개정류장(데크, 벤치)		유	무
가로등기			가로등기		
	-	향상		유	무
가로등기			가로등기		
	-	향상		불량	양호

〈표 6〉 회전된 성분행렬

구성요소	구성요소				
	1	2	3	4	5
	다양성	연결성	쾌적성	안전성	편리성
1	살거리 .801	.210	.095	.089	.057
먹거리 .783	.015	.071	.116	.255	
출입거리 .763	.106	.172	.034	.241	
볼거리(상징성) .734	.101	.214	.140	.107	
살거리 .627	.095	.521	.101	-.054	
횡단보도위차 .072	.729	.196	.352	-.069	
보행자신호대기시간 -.015	.704	.141	.062	.243	
가로수 .447	.634	.233	.060	-.081	
2	주변상가연결성 .322	.615	-.107	.229	.137
대중교통접근성 .033	.603	.045	-.172	.417	
버스정류장 .173	.534	.179	.223	.500	
벤치 .209	.066	.782	-.059	.190	
노점상 .208	.309	.712	.353	.205	
3	보행방해물 .232	.029	.617	.133	.426
위생시설 .308	.131	.604	.244	.084	
보차분리 .041	.142	.103	.807	-.004	
4	출입구안전 .204	.060	.025	.749	.129
보도폭 .050	.120	.179	.701	.228	
불법주정차 .161	.048	.081	.202	.793	
5	보도포장 .067	.285	.350	.190	.580
가로등 .292	.243	.225	-.013	.502	
교통안전정보시설 .180	.096	.232	.427	.448	

요인추출방법: 주성분 분석
회전방법: Kaiser 정규화가 있는 베리엑스

〈표 7〉 가로환경 구성요소

구분	내용
다양성	보행을 활성화시킬 수 있는 다양한 매력요소들이 준비하는 가로환경
연결성	보행흐름이 단절되지 않고 접근성이 높은 가로환경
쾌적성	보행자들이 이동하면서 시각적, 후각적, 촉각적으로 쾌적하게 느끼는 가로환경
안전성	보행 중에 발생할 수 있는 교통사고의 위험으로부터 최대한 배제되어 보행자가 안전하게 통행할 수 있는 가로환경
편리성	보행자들의 신체적 부하를 최소화하여 보행환경 이용이 편리한 가로환경

4.3.2. 신뢰도 분석

요인분석을 통해 추출된 각각의 인자들이 동질적인 변수로 구성되어 있는가를 확인하고자 신뢰도 분석을 시행하였으며, 신뢰도 분석 결과 Cronbach a 값은 '다양성'이 0.861, '연결성'이 0.803, '쾌적성'이 0.803, '안전성'이 0.726, 그리고 '편리성'이 0.707로 모두 0.6 이상으로 나타나 신뢰도가 있다고 볼 수 있다. 또한 모두 Cronbach a 값이 항목삭제된 경우 Cronbach a 값 보다 높게 나와 신뢰도준을 저해하는 항목이 없는 것으로 나타났다.

〈표 8〉 인자별 영향력

인자	비표준화계수 B	표준화계수 β	t	유의확률	공차한계
연결성	.086	.347	4.104	.000**	.744
쾌적성	.070	.340	4.014	.000**	.741
안전성	.067	.179	2.213	.029**	.813

*p<.05 **p<.01
R² = .468
F = 29.311
p = .000
Durbin-Watson = 2.340

Analysis of Physical Environmental Factors that Affect Pedestrian Volumes by Street Type

이정우* · 김혜영** · 전철민***

*서울시립대학교 도시과학연구원 연구교수 / **서울시립대학교 공간정보공학과 박사과정 /

***서울시립대학교 공간정보공학과 교수

Lee, Jeongwoo* · Kim, Hyeyoung** · Jun, Chulmin***

국문요약

본 연구의 목적은 보행변화패턴 분석을 통해 서울시 내 가로유형을 세분화하고 가로유형별 보행영향요인을 분석하는 것이다. 대부분의 기존연구가 도시공간구조나 토지이용에 따른 공간적 분류를 기반으로 보행권을 구분한 데 반하여 본 연구는 요일별 시간대별 유동인구의 흐름을 기반으로 실제 인구가 움직이고 집중되는 **가로의 위계적 중요도를 토대로 가로를 유형화하고 있다는 점**에서 **기존 연구와 차별화된다**. 본 연구의 결과 서울의 가로는 업무위주 상업가로, 주거위주 상업혼재가로, 상업위주 업무복합가로, 주거위주 산업·업무혼재가로, 그리고 공동주택위주 상업·업무혼재가로의 5개 유형으로 나뉘었다. 이러한 가로유형별 보행영향요인을 파악하기 위하여 **다중 회귀분석을** 사용한 결과 보행량 증감에 영향을 미칠 수 있는 특정 계획요소들이 가로 유형별로 상이함을 보여주었다. 업무위주 상업가로구역의 경우 대중교통 접근성과 보차분리유무가 보행량과 유의미한 관계를 보였고, 상업위주 업무복합 가로구역의 경우 가로체계 및 보행편의성과 관련된 변수들이 유의미한 관계를 보였다. 주거밀도가 높은 가로구역의 경우 가로의 물적 환경을 이루는 가로체계보다도 저층부 용도나 토지이용 혼합도 특성이 보행량에 더 큰 영향력이 있음을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다. 본 연구를 통하여 도출된 가로의 유형과 유형별 보행환경요인 분석은 추후 신시가지 개발이나 재개발을 통한 보행환경 조성 시 계획 방향을 제시할 수 있는 기초 자료로서 활용 가능할 것이다.

Abstract

The purpose of this study is to categorize streets in Seoul and to identify key factors that affect pedestrian volumes. While most studies have categorized pedestrian areas based on land use patterns or urban spatial structure, this study categorizes streets by pedestrian flow characteristics in terms of time of day and day of week via a cluster analysis. It then identifies a relationship between actual patterns of pedestrian flow and land-use distributions. The results find that Seoul's streets can be categorized into office-centered commercial streets, residential-centered commercial-mixed streets, commercial-centered office-mixed streets, residential-centered manufacturing-and-office-mixed streets, and multifamily-housing-centered commercial-and-office-mixed streets. The study investigates key factors affecting pedestrian volumes using regression models and finds that the factors which increase pedestrian volume differ by type of street. A large number of pedestrians were observed in an office-centered commercial street with greater accessibility to public transportation and sidewalks that blocked car traffic. One key to increased walking in commercial-centered office-mixed streets was the convenience of pedestrian facilities and street configuration, whereas factors that had greater impacts on pedestrian volumes in residential-centered streets were land-use mix and building use at street level.

주제어 : 유동인구조사, 보행, 복합토지이용, 가로유형, 군집분석

Keywords : Pedestrian Flow Survey, Walking, Mixed Land Use, Street Types, Cluster Analysis

본 논문은 서울연구원 주최하는 '공공데이터를 활용한 2014 서울연구논문 공모전'에서 수상작으로 선정된 논문을 수정 보완한 논문입니다. 또한, 본 논문은 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다 (NRF-2012S1A5B8A03045234).

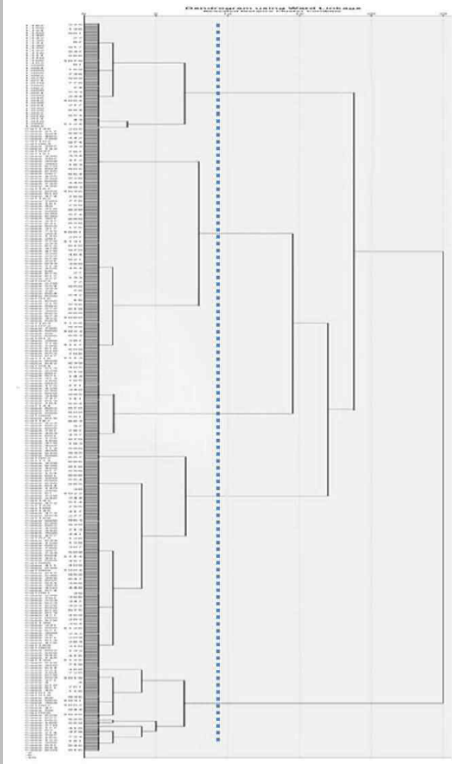
Corresponding Author : Jun, Chulmin, Dept. of Geoinformatics, University of Seoul, 130-743, Seoul, Korea, Tel.: +82-2-6490-2886, E-mail: cmjun@uos.ac.kr

〈표 1〉 분석변수 설정 및 변수 설명 (다중회귀분석 사용 시 검토된 변수)

변수명		변수설명	활용자료	시간 범위		
조사지점 변수	보행량	주중 (월~금요일) 주말(토요일)시간별 평균 보행량	유동인구조사 자료 (출처: 서울시)	2009		
	저층부 용도	조사지점 100m 내 1층 가로변 소매상업점포 수				
	제조업체 수	조사지점 100m 내 1층 가로변 제조업체 수				
	보행 편의성 및 안전성	경사로			가로 경사로 여부를 나타내는 더미변수	
		보행자 전용도로			가로 보행자 전용도로 여부를 나타내는 더미변수	
		보도 폭			가로의 보도 폭 (m)	
		차로 수			가로의 차로의 개수	
		횡단보도			가로의 횡단보도 여부를 나타내는 더미변수	
		가로수			가로의 가로수 여부를 나타내는 더미변수	
	주차차량	가로의 주차차량 여부를 나타내는 더미변수				
	보도자도겸용도로	가로의 보도자도 겸용도로 여부를 나타내는 더미변수				
	가로등	가로의 가로등 여부를 나타내는 더미변수				
보행권 변수	교통	지하철역 거리	조사지점으로부터 지하철역까지 도로 네트워크상 거리 (m)	집계구별 통계 (출처: 통계청)		
		버스 정류장 수	버스 정류장 수 / 보행권 면적 (m ²)			
	개발 밀도	인구 수	인구수 / 보행권 면적 (m ²)		2010	
		가구 수	가구수 / 보행권 면적 (m ²)			
	조직 및 가로 체계	사업체 수	사업체수 / 보행권 면적 (m ²)		2013	
		도로 길이	도로 길이 (m) / 보행권 면적 (m ²)			
		교차로 수	4거리 교차로 수 / 보행권 면적 (m ²)			
	토지 이용	건폐율	총 바닥면적 (m ²) / 보행권 면적 (m ²)		2010	
			건물규모			건물 1층 바닥면적의 평균값 (m ²)
		주거시설 밀도	단독·다가구주택 밀도			단독·다가구 연상면적 (m ²) / 보행권면적 (m ²)
			공동주택 밀도			공동주택 연상면적 (m ²) / 보행권면적 (m ²)
		상업시설 밀도	근린생활시설 밀도			근린생활시설 연상면적 (m ²) / 보행권 면적(m ²)
			판매시설 밀도			판매시설 연상면적 (m ²) / 보행권 면적(m ²)
		업무시설 밀도	위락시설 밀도			위락시설 연상면적 (m ²) / 보행권 면적(m ²)
			음식점 밀도			음식점시설 연상면적 (m ²) / 보행권 면적(m ²)
		업무시설 밀도	업무시설 연상면적 (m ²) / 보행권 면적 (m ²)			
		산업시설 밀도	제조업 연상시설 (m ²) / 보행권 면적 (m ²)			
	공원 밀도	공원면적 (m ²) / 보행권 면적 (m ²)				
토지이용 혼합도	주거, 상업, 업무의 복합도					

$$LUM = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \quad (1)$$

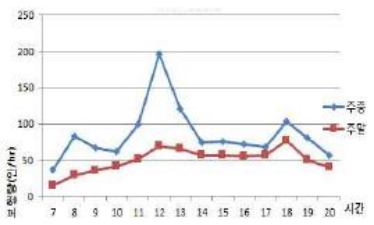
여기서, p_i : 토지이용 i 의 면적 비율



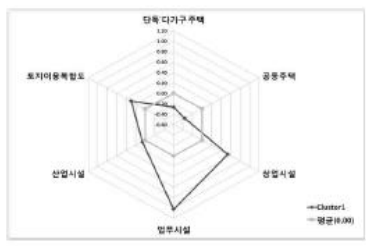
〈그림 3〉 계층군집분석 Dendrogram 결과



〈그림 4〉 Cluster 1의 조사지점



〈그림 5〉 Cluster 1의 보행변화패턴 특성



〈그림 6〉 Cluster 1의 토지이용 특성

(표 4) 전체지역 시간평균 보행량 다중회귀분석 결과 (주중/주말)

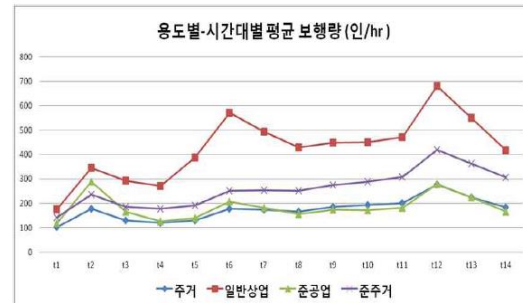
변수		주중			주말				
		B	β	VIF	B	β	VIF		
상수 (constant)		78,658 **			72,935 **				
보행권 변수	토지 이용	공동주택 밀도	-35,730 ***	-0,092	1,343	-52,769 ***	-0,118	1,343	
		근린생활시설 밀도	158,370 ***	0,286	2,029	187,347 ***	0,294	2,029	
		업무시설 밀도	43,890 ***	0,103	1,754	-6,762	-0,014	1,754	
		토지이용 혼합도	66,543 ***	0,099	1,202	62,539 ***	0,080	1,202	
	조직 및 가로체계	도로 길이	-0,608 **	-0,070	1,954	-0,373	-0,037	1,954	
		건폐율	40,373 *	0,043	1,843	31,748	0,025	1,843	
조사 지점 변수	교통	지하철역 거리	-0,027 ***	-0,121	1,168	-0,024 ***	-0,094	1,168	
		보행 편의성 및 안전성	보도 폭	5,169 ***	0,114	1,255	6,306 ***	0,121	1,255
	차로 수		7,440 ***	0,189	1,684	5,158 ***	0,114	1,684	
	횡단보도		2,101	0,010	1,398	3,987	0,016	1,398	
	경사로		-11,672 **	-0,049	1,020	-22,162 ***	-0,080	1,020	
	보도차도경용도로		-10,664	-0,047	2,055	-12,024	-0,046	2,055	
	가로등		5,067	0,017	1,042	1,946	0,006	1,042	
	주차차량		-5,839	-0,013	1,044	-11,570	-0,022	1,044	
	저층부 용도		소매상업점포 수	7,133 ***	0,186	1,139	7,953 ***	0,180	1,139
			제조업체 수	-26,980 ***	-0,103	1,023	-27,173 ***	-0,091	1,023
	N		1,164			1,164			
R square		0,431			0,391				
Adjusted R square		0,421			0,381				

Note) * = p-value(0,1), ** = p-value(0,05), *** = p-value(0,01)
B: 비표준화계수, β: 표준화계수, N: 샘플 수, VIF: 분산팽창계수

(표 5) 가로유형별 시간평균 보행량 다중회귀분석 결과

변수		업무위주 상업가로			주거위주 상업혼재가로			상업위주 업무복합가로			공동주택위주 상업·업무혼재가로				
		B	β	VIF	B	β	VIF	B	β	VIF	B	β	VIF		
상수 (constant)		117,998 **			46,970 **			244,941 *			45,144 *				
보행권 변수	토지 이용	공동주택 밀도	-29,764	-0,120	1,577	-15,498 *	-0,088	1,402	-76,224	-0,160	2,380	-9,554	-0,043	1,259	
		근린생활시설 밀도	21,448	0,080	1,962	110,368 ***	0,404	2,015	151,025 **	0,243	1,729	80,061 ***	0,232	2,112	
		업무시설 밀도	48,500 ***	0,300	1,694	6,345	0,024	1,793	46,469 **	0,117	1,545	29,203 *	0,091	1,784	
		토지이용 혼합도	11,233	0,028	1,467	37,002 ***	0,129	1,314	118,925	0,138	1,623	5,945	0,015	1,387	
	조직 및 가로 체계	도로 길이	-1,401 **	-0,237	1,910	-0,379 *	-0,102	2,066	2,699 **	0,253	2,105	-0,724 **	-0,150	2,151	
		건폐율	17,881	0,030	1,615	11,470	0,023	2,034	223,187 *	0,228	1,257	55,352	0,088	2,270	
조사 지점 변수	교통	지하철역 거리	-0,039 ***	-0,257	1,456	-0,006	-0,058	1,194	-0,014	-0,032	1,125	-0,018 ***	-0,148	1,175	
		보행 편의성 및 안전성	보도 폭	5,255 **	0,261	1,682	2,512 **	0,116	1,345	1,104	0,024	1,122	2,957 **	0,106	1,260
	차로 수		1,354 *	0,149	1,663	2,507 **	0,132	1,719	4,369	0,110	1,651	2,461 **	0,109	1,843	
	횡단보도		16,633	0,142	1,653	10,778 **	0,113	1,565	-46,106 *	-0,175	1,213	8,924 *	0,105	1,453	
	경사로		-15,864 *	-0,161	1,210	-13,183 ***	-0,123	1,052	-110,440 **	-0,252	1,214	-8,327 *	-0,098	1,047	
	보도차도경용도로		-32,696 ***	-0,287	2,351	-7,336	-0,031	2,349	-39,950	-0,127	1,542	-11,515 *	-0,102	2,165	
	가로등		0,393	0,002	1,097	0,721	0,005	1,072	67,228 *	0,178	1,240	5,686	0,035	1,047	
	주차차량		-30,694	-0,086	1,134	-5,151	-0,023	1,036	-104,106	-0,135	1,215	-5,278	-0,028	1,055	
	저층부 용도		소매상업 비율	3,616	0,132	1,295	4,074 ***	0,233	1,166	0,712	0,018	1,280	3,867 ***	0,178	1,145
			제조업체 비율	-0,585	-0,003	1,162	-15,065 ***	-0,134	1,036	-55,327	-0,082	1,332	-18,103 ***	-0,128	1,080
	N		109			422			109			487			
R square		0,590			0,458			0,431			0,469				
Adjusted R square		0,554			0,446			0,402			0,450				

Note) * = p-value(0,1), ** = p-value(0,05), *** = p-value(0,01)
B: 비표준화계수, β: 표준화계수, N: 샘플 수, VIF: 분산팽창계수



<그림 19> 용도별 보행변화패턴