

■ 論 文 ■

# Space Syntax를 이용한 서울시 버스개편의 접근성 효과 분석

Accessibility (serviceability) of Hierarchical Bus Network in Seoul

**이 병 옥**

(서울시립대학교 교통공학과 석사과정)

**이 승 재**

(서울시립대학교 교통공학과부교수)

## 목 차

- I. 서론
  - 1. 연구배경 및 목적
  - 2. 접근성의 정의
- II. 기존 접근성 산출 방법론 고찰
- III. Space Syntax와 통행시간을 이용한 접근성 지표 개발
  - 1. Space Syntax 기법
- 2. Inner Product
- 3. 접근성 평가 방법론 개발
- IV. 모의 네트워크
- V. 서울시 적용
- VI. 결론 및 향후연구  
참고문헌

Key Words : 대중교통, 접근성, 간지선체계, Space Syntax, Inner Product

## 요 약

본 연구에서는 Space Syntax와 통행시간을 이용하여 접근성 산출 방법론을 개발하였다. Space Syntax는 네트워크의 연결성이나 접근성을 정량적으로 쉽게 구할 수 있는 장점이 있다. 하지만 교통에서 중요한 요소인 통행시간이나 거리의 개념이 포함되어 있지 않다. 또한 환승위치에 따라 값이 달라지는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이를 해결하기 위해 내적(Inner Product) 개념을 도입하여 Space Syntax와 대중교통노선의 단위를 일치시켜 링크 단위로 변화하였으며, 통행시간의 변수를 추가하였다. 이 방법론을 적용하여 서울시 강남구를 대상으로 서울시 버스 개편효과를 분석하였다. 접근성 산출 결과 서울시 버스개편은 기존 시스템에 비해 효과가 있는 것으로 분석되었다.

The paper has developed a methodology of calculating accessibility in bus network by using a space syntax technique. The purpose is an effective analysis of accessibility improvement before and after Seoul bus reorganization. Space syntax methodology has an advantage to calculate easily network connectivity and accessibility. However, it also has a weakness not to consider the distance and travel time for calculating accessibility. As a result, we have developed a hybrid of the space syntax methodology and the travel time measures. This method has been applied to evaluate the accessibility before and after the hierarchical bus systems introduced in Kangnam area of Seoul.

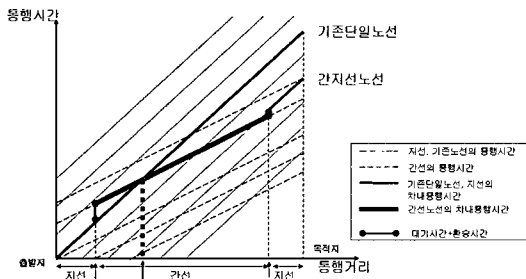
# 1. 서론

## 1. 연구배경 및 목적

Accessibility(접근성)이란 흔히 어떤 활동이 유발 되는 곳으로의 접근할 수 있는 정도를 의미한다. 교통에서는 어느 지역으로 이동하기 위해 사용되는 교통수단의 접근 정도를 의미하기도 한다.

네트워크는 교통 수요와 교통공급 간에 여러 가지 흐름에 대한 통로이다(이희연, 2004). 네트워크를 이용하는 수단은 여러 가지가 있다. 이는 주로 개인교통과 대중교통으로 분류하여 사용되고 있는데, 개인교통은 승용차를 말하며, 대중교통은 버스, 지하철, 전철 등을 지칭한다. 개인교통은 경제가 발전하면서 급속도로 그 보유가 증가하고 있다. 이로 인하여 한정된 공간에서 혼잡은 통행시간의 증가 및 사회비용의 증가를 발생시켜 사회적으로 큰 문제를 야기한다. 그리하여 한정된 공간의 효율적 사용을 위해 최근의 교통정책의 변화는 개인 교통에서의 대중교통으로의 전환을 꾀하고 있다. 대중교통은 도시교통의 고질적인 혼잡과 환경문제를 해결하는 가장 중요한 수단이 되는 동시에 그 서비스의 유지와 수준은 도시인의 생계 및 생존에까지 영향을 미친다. 그러나 기존의 버스서비스는 정체로 인한 정시성 하락, 노선중복도가 높고, 버스채산성 악화에 다른 서비스 질의 하락으로 시민의 발 역할을 하지 못하고 있다. 이에 서울시에서는 2004년 7월 1일 기존의 복잡하고 불편한 버스체계에서 효율적이고 대중적인 버스체계로 개편하였다. 서울시 버스 개편의 이론적 배경을 살펴보면 <그림 1> 과 같다.

간·지선체계는 환승으로 인한 대기시간, 환승시간이 포함되어 변환점까지는 통행시간 측면에서 기존 단일노선에 비해 시간이 많이 걸린다. 하지만 버스개편이



<그림 1> 간지선체계의 이론적 배경

후 간선 기능의 회복으로 인하여 통행시간이 짧아져 결국에는 간지선체계의 접근 시간이 짧아지게 된다.

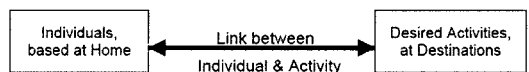
서울시 버스개편은 버스 우선 정책(버스중앙차로제)과 더불어 노선체계를 개편함으로써 버스의 간선 기능회복과 버스의 접근성, 신속성, 효율성 및 쾌적성을 향상시켜 편리하고 신속한 대중교통 수단으로 탈바꿈하였다는 평가를 받고 있다.

현재의 대중교통은 여러 지표와 변수를 사용하여 평가되고 있다. 대표적인 지표로는 접근성(Accessibility), 이동성(Mobility), 연결성(Connectivity), 신뢰성(Reliability), 쾌적성(Comfort) 등등 여러 가지가 있다. 또한 변수로 노선에 관련된 변수(운행시간, 거리, 배차간격, 환승, 정거장수), 지리적 특성에 관한 변수(골목도), 버스 수요 및 기타 변수 등을 고려하고 있다. 따라서 평가는 그 계산 과정이 복잡한 특성을 가지고 있다. 대상지역에 제공되는 대중교통서비스 수준이 어느 정도 인지를 파악하기 위해서는 대중교통시설만의 평가가 선행되어야 다양한 버스 정책들을 짧은 시간에 평가가 가능할 것이다.

따라서 본 연구에서는 접근성의 개념을 이용하여 보다 간편한 방법으로 대중교통의 평가가 가능한 방법론을 개발하고, 이를 이용하여 서울시 버스 개편 전·후의 접근성 개편 효과 분석에 목적이 있다.

## 2. 접근성의 정의

접근성(Accessibility)은 흔히 어느 지역에서 다른 지역까지의 접근 정도를 의미하는 말이다. 이것은 이동성(Mobility)의 의미와 일맥상통할 수 있으나, 이동성은 물리적인 특성을 지니고 있고, 접근성은 물리적인 특성 외이 사회·경제적 특성을 지니고 있다.(Halden, D, Jones, P and Wixey, S, 2005). 접근성은 3가지 특성, 즉 행위의 주체, 목적지의 활동 그리고 이동하기 위한 매개체로 분류할 수 있다. 교통에서 매개체는 도로를 의미한다. 이를 도식화 하면 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 접근성의 구성

접근성의 의미는 그 의미가 폭넓고 유동적으로 사용된다. 이상용, 박경아(2003)에서는 버스서비스가 실제

로 버스이용자들에게 얼마나 근접해 있는가라고 정의하고 있으며, Halden(2000)은 접근성을 3가지 질문, 즉 "Who/Where", "What" 그리고 "How"로 그 의미를 사용하고 있다. "Who/Where"는 행위의 주체나 장소를 의미하며, "What"은 행위를 하기위해 동기가 부여되는 활동, "How"는 지점 또는 사람들간에 얼마나 떨어져있는가의 요소(거리, 시간, 비용, 정보 등등)를 의미한다. 정리하면 접근성(Accessibility)의 일반적 의미는 한 개인이 원하는 종류의 활동을, 원하는 지역, 원하는 수단 및 원하는 시간에 쉽게 행할 수 있는 정도를 말한다. 이는 CBD 및 주요 지점, 지역까지의 접근할 수 있는 정도를 말할 수도 있다. 본 연구에서는 접근성을 버스 정류장에서 버스 정류장까지의 접근으로 정의하여 사용하였다. 이는 대중교통 수단의 Serviceability와 같은 의미로 사용할 수 있을 것이다.

## II. 기존 접근성 산출 방법론 고찰

기존의 접근성 지표는 주로 도시의 접근성 평가에 주로 이용되었다. 접근성 지표는 크게 3가지로 분류할 수 있다. Simple measures, opportunity measures, Value measures이다.(Geurs, K.T., Ritsema van Eck, J.R., 2001)

Simple measures는 계산 방법 및 변수 설정이 단순한 장점이 있다. 단점은 모든 개인이 거리 및 시간에 관계없이 기회를 동일시 한 단점이 있다.

$$A_i = \sum O_j \delta_j \tag{1}$$

$A_i$  : 출발지 i에서의 접근성

$O_j$  : 목적지 j의 접근 기회

$\delta_j$  : 접근 기회가 있으면 1, 없으면 0

두 번째 방법은 Opportunity measures 방법으로 각 접근 기회의 통행시간 및 거리를 고려한 방법이다. 통행시간과 거리는 그 접근 기회에 중요한 영향을 미치는 영향으로 거리 및 통행시간이 많이 걸리면 그 만큼 접근 기회는 적어지게 된다.

$$A_i = \sum O_j \exp(-\lambda t_{ij}) \tag{2}$$

$A_i$  : 출발지 i에서의 접근성

$O_j$  : 목적지 j의 접근 기회

$\lambda$  : 경험적인 값

마지막으로 Value measures 방법은 각 기회별 가치를 고려한 방법이다. 전체 접근 기회의 합에 각 접근 기회를 나눈 값을 사용한다. 이것을 정리하면 식(3)과 같다.

$$A_i = \frac{1}{\lambda} \frac{\sum [O_j \exp(\lambda t_{ij})]}{\sum O_j} \tag{3}$$

$A_i$  : 출발지 i에서의 접근성

$O_j$  : 목적지 j의 접근 기회

$\lambda$  : 경험적인 값

이상용, 박경아(2003)에서는 접근성을 버스 정류장까지의 접근이라는 정의아래 각 교통존(traffic zones)별로 이용가능한 버스정류장 밀도의 평균치를 접근성의 정량적 지표로 간주하였다. 3가지의 평가 방법을 소개하였으며 각각 면적과, 인구수를 이용한 방법 그리고 두 가지를 통합한 방법이다. 이를 공간적 개념의 접근성 밀도, 이용가능성 측면의 공간적 밀도, 통합지표로 분류하였다. 통합 방법으로는 선형정규화법(linear-scale normalization)을 이용하여 두 지표를 표준화 한 후, 산술평균한 값을 통합지표로 사용하였다.

<표 1> 접근성 산정 방법

공간적 개념의 접근성 밀도	이용가능성측면의 접근성 밀도	통합지표 A
$d_s = \frac{1}{N} \sum \frac{s_i}{a_i}$	$p_s = \frac{1}{N} \sum \frac{s_i}{p_i}$	$A = \frac{DS + PS}{2}$
$s_i$ : 존 i의 버스정류장 수	$s_i$ : 존 i의 버스정류장 수	DS : 대지면적당 정류장 수
$a_i$ : 존 i의 대지면적 (km <sup>2</sup> )	$p_i$ : 존 i의 인구수 (천인)	표준화 값
N : 전체 교통존수	N : 전체 교통존수	PS : 인구천인당 정류장 수
		표준화 값

이희연(2004)에서는 연결행렬표(connection matrix)를 이용하여 결절지점(노드)의 접근도를 평가하는 방법론을 소개하였다. 이 연결행렬은 각 결절지점간의 직접적인 연결은 곱으로, 간접적으로 연결된 노선은 노선의 수만큼 반복적으로 행렬곱셈을 통해 산출한다.

$$C = C, C^2, C^3, C^4, \dots, C^n \quad (4)$$

$$T^n = C + C^2 + C^3 + \dots + C^n \quad (5)$$

궁극적으로 T행렬의 횡렬합산치  $T_{ij}$ 가 각 결절의 접근도를 나타낸다.

$$T_{ij} = T_{i1} + T_{i2} + T_{i3} + \dots + T_{in} = \sum_{j=1}^n T_{ij} \quad (6)$$

### III. Space Syntax와 통행시간을 이용한 접근성 지표 개발

#### 1. Space syntax

Space Syntax는 1980년대 영국 런던대학교 Hillier 교수 연구팀이 개발하였다. 공간의 물리적인 구조를 분석, 표현할 수 있는 공간분석방법으로 체계적이고 객관적인 분석을 위해 수학적 논리를 이용, 컴퓨터 분석결과에 의해 공간을 재해석 할 수 있다. Space Syntax 이론은 공간구조상 중요도를 분석대상지역의 전체 공간에서의 접근성에 의하여 계산한다. 즉, 분석대상 범위내의 모든 공간이 기점이자 종점이 되는 가정아래 각 공간의 접근성을 분석하게 된다. 이 접근성을 Space Syntax에서는 전체 공간을 통합하여 주는 통합성 혹은 공간구조상의 위계성을 의미하는 통합성(Integration)이라 정의한다. 따라서 Space Syntax 분석 결과에 의한 통합성이 큰 공간은 다른 모든 공간으로부터의 접근성이 양호하다는 것을 의미한다. Space Syntax의 공간구조방법은 두 가지로 분류할 수 있다. 하나는 단위선에 의한 분석이고 두 번째는 단위공간에 의한 분석이다.(김승제,1988)

#### 1) 단위축선에 의한 분석(Axial Analysis)

- 공간의 물리적 구조를 단위선(Axial, 인간의 시각적 최대점을 설정, 연결한 선)으로 표현하여 그 연결된 정도를 분석하는 방법이다.

#### 2) 단위공간에 의한 분석(Convex Analysis)

- 공간의 물리적 구조를 단위공간(Convex Space)으로 표현하여 그 연결된 정도를 분석하는 방법이다.

본 연구에서는 교통의 기존 요소가 Node 및 Link

이므로 기존의 네트워크를 Axial Line 형태로 단순화하여 각 링크의 연결도 및 접근성을 평가가 가능한 단위축선에 의한 분석방법을 이용하였다.

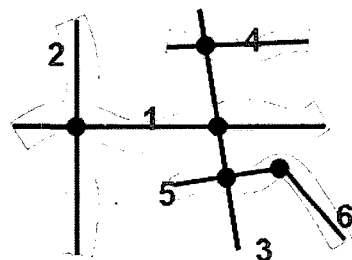
Space Syntax에서는 하나의 네트워크를 하나의 Axial Line으로 표현할 수 있다. <그림 3>에서는 총 6개의 네트워크가 있으므로 이는 6개의 Axial Line으로 표현할 수 있다. 이를 다시 공간적 구조 그래프로 표현할 수 있는데 이는 다음과 같다.

1번 링크에서 바로 2번과 3번 링크로 이용할 수 있다. 이는 Space Syntax에서 1Step에 해당한다. 그러나 4, 5번 링크는 1번에서 3번 링크를 거쳐야만 접근할 수 있으므로 1개의 Turn 을 포함한 Step2가 된다. 6번 링크는 1번링크에서 총 2번의 Turn을 거쳐야 접근할 수 있다. 이를 그래프로 표현한 것은 <그림 4>와 같다.

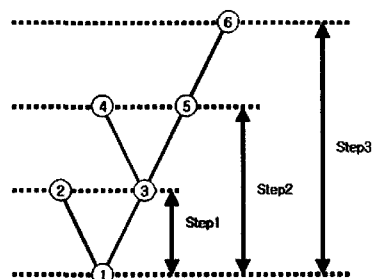
Space Syntax에서는 "Depth"라는 개념을 이용한다. Depth는 두 노드사이에서 포함된 노드와 Steps(또는 Turns)의 개수를 세어 구할 수 있다. 이를 수학적으로 표현하면 식(7)과 같다(전철민, 2005).

$$TD_i = \sum_{s=1}^m s \times N_s \quad (7)$$

여기서  $TD_i$  : 노드 i 에서의 총 Depth  
 $s$  : Turn의 개수



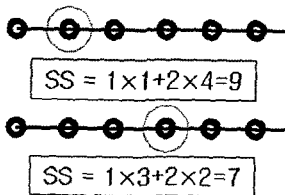
<그림 3> Space Syntax Axial Line



<그림 4> 공간적 구조 그래프

- $m$  :  $i$  노드에서 마지막까지의 이동에서 총 Turn의 개수
- $N_s$  : Step  $s$ 에서의 노드개수

이 방법은 계산방법이 간단하여 복잡한 네트워크에서도 쉽게 접근성을 산출할 수 있는 장점이 있다. 하지만 이 방법은 여러 가지 단점을 가지고 있다. 우선 Space Syntax는 기본 구조가 Axial Line이기 때문이다. 교통 특히 버스 네트워크의 기본단위는 정거장과 링크이다. 따라서 링크단위로 Space Syntax값은 표현할 수 없다. 또한 Space Syntax 값은 링크가 기본단위인 버스네트워크에서 Step(교통에서는 Transfer)의 위치에 따라 <그림 5>와 같이 그 결과는 다르게 나온다.

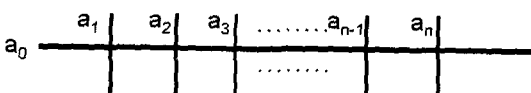


<그림 5> 환승 위치에 따른 Space Syntax 값

교통에서는 환승의 위치보다는 환승의 횟수에 더 민감하다. Space Syntax의 값을 링크 단위로 바꾸어줄 필요가 있다. 본 연구에서는 이 문제를 극복하기 위해 Inner Product(내적)를 이용하여 Space Syntax 값을 링크 단위로 변환하였다.

## 2. Inner Product(내적)

Inner Product 두 개의 벡터 값에 의해 다른 벡터 값이 결정되는 이론이다. 건축학에서는 두 개의 물체 사이의 하중을 계산할 때 이 방법론을 적용한다. 이를 응용하여 본 논문에서는 Space Syntax를 이용하여 링크 내적을 구하기 위해 Space Syntax에서 하나의 Axial Line 은 그 Line과 교차하는 다른 Axial Line 의 영향을 받는다고 가정하였다.



<그림 6> 내적의 예제 네트워크

각각의 Space Syntax 값을 가지는 네트워크를 그림 과 같이 가정하였다. 각 Axial Line은  $a_1 \sim a_n$ 의 Space Syntax 값을 가지고 있다. 두 개의 Axial Line 사이의 링크의 내적값은 전체의 비율로서 구할 수 있다. 이것을 수학적으로 표현하면 다음과 같다.

$$IP_{a_i - a_{i+1}} = \frac{\sqrt{a_i^2 + a_{i+1}^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} a_{i+1}^2 \times W_f}} \quad (8)$$

여기서,

$IP_{a_i - a_{i+1}}$  :  $i$ 에서  $i+1$ 의 사이의 링크 내적값

$a_i$  : Axial line  $i$  의 Space Syntax 값

$W_f$  : 가중치

$n$  : 교차하는 axial line 의 총 개수

가중치  $W_f$ 는 각 링크 값의 평균이  $a_0$ 이 되게 하는 값으로 정의할 수 있다.

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (IP_{a_i - a_{i+1}})}{n-1} \quad (9)$$

$$W_f = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{a_i^2 + a_{i+1}^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} a_i^2 \times (n-1)}} \quad (10)$$

이를 이용하여 각 링크별 Space Syntax의 값을 구할 수 있다. 이와 함께 노드간 통행시간의 값을 이용하여 최종적으로 접근성을 평가할 수 있다.

$$Sb_{i,j} = \alpha(\min IP_{i,j}) + \beta(\min TT_{i,j}) \quad (11)$$

여기서,

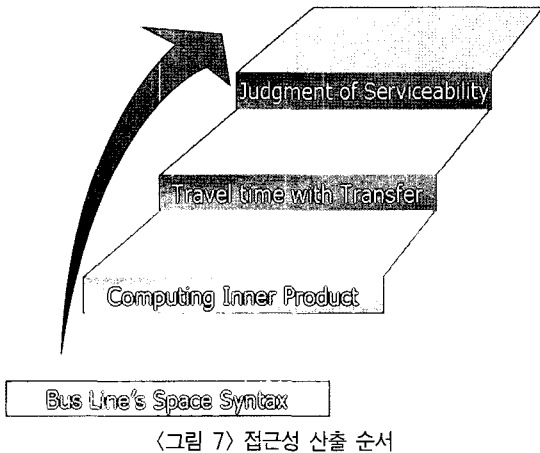
$Sb_{i,j}$  :  $i$ 에서  $j$ 까지의 접근성

$IP_{i,j}$  :  $i$ 에서  $j$ 까지의 내적에 의해 변환된 링크 Space Syntax 값의 합

$TT_{i,j}$  :  $i$ 에서  $j$ 까지의 통행시간

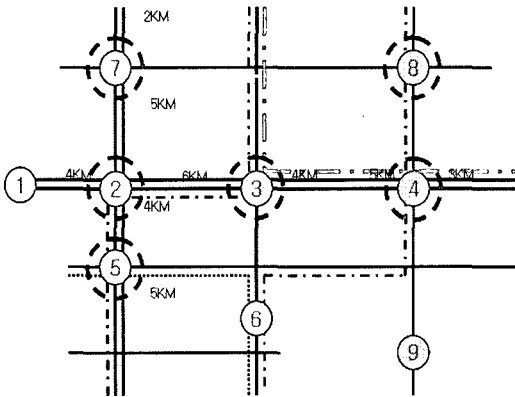
접근성 값은 작으면 작을수록 접근성은 좋다고 할 수 있다.  $\alpha$ 와  $\beta$ 값은 합이 1이 되는 값으로  $IP$ 와  $TT$  값의 가중치를 고려하여 산정할 수 있고, 다른 방법으로는 Bi-Criteria방법을 통하여 산출할 수 있다. Bi-criteria

는 두 변수의 상관관계를 통하여 서로 다른 단위의 결과 값을 하나로 합치는 방법으로서 경험적인 값을 사용한다. 결과적으로 본 연구에서 네트워크의 접근성을 평가하기 위한 산출 순서는 <그림 7>과 같다.

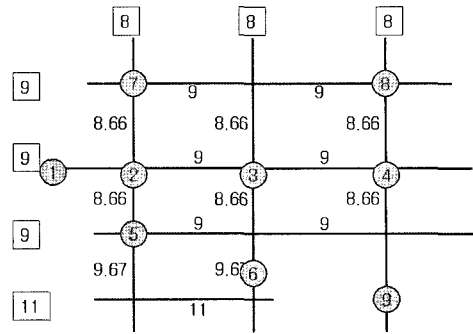


### 3. 모의 네트워크

위에서 개발된 방법론을 적용하기 위해 예제 네트워크를 사용하였으며 그 구조는 <그림 8>과 같다.



본 방법론을 적용하기 위해 모의 네트워크를 그림과 같이 구축하였다. 이 네트워크 안에는 총 9개의 버스 정류장이 포함되어 있으며 2, 3, 4, 5, 7, 8번 정류장에서 환승이 이루어진다. 각 버스 노선의 Space Syntax 값과 내적에 의한 값을 구하면 <그림 9>와 같다.

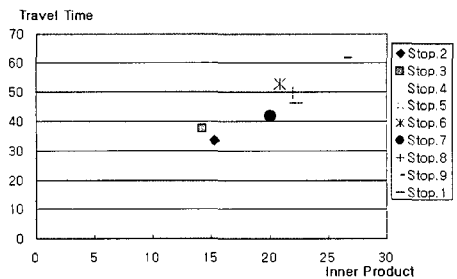


(그림 9) 내적에 의한 링크 Space Syntax 값

접근성은 두 가지 방법으로 산출할 수 있다. 하나는 하나의 버스정류장에서 모든 버스정류장으로의 접근성 값을 모두 더한 것으로 하나의 버스정류장의 전체 네트워크에 의한 접근성이다. 두 번째는 하나의 정류장에서 하나의 정류장까지의 접근성 평가인데 이는 주요 지점에서 주요 지점까지의 접근성 평가에 이용될 수 있다. 본 연구에서는 첫 번째 방법을 사용하여 접근성을 산출하였으며, 통행시간 변수를 산출하기 위해 각 링크의 속도를 20km/h로 가정하였다. 첫 번째 방법에 의해 산출된 접근성 값은 <그림 10>과 같다.

Point to others	Inner Product	Travel time
Stop.1	22.89	46.17
Stop.2	15.52	33.50
Stop.3	16.32	37.72
Stop.4	17.29	37.94
Stop.5	20.40	43.50
Stop.6	31.01	52.67
Stop.7	19.67	41.83
Stop.8	22.92	49.94
Stop.9	29.59	61.83

(그림 10) 내적과 통행시간에 의한 접근성



(그림 11) 각 정류장별 내적과 통행시간의 관계

산출 결과 2, 3, 4 정류장에서 좋은 접근성을 보였고, 9번 정류장이 가장 나쁜 접근성을 보였다. 그리고 2번 정류장이 가장 접근성이 좋은 것으로 나타났는데 이는 다른 정류장까지의 접근하는데 있어 연결된 대중교통 노선이 많아 그만큼 다른 정류장에 비해 접근성이 좋은 것으로 판단된다. 또한 9번 정류장은 지역적 요인으로 인해 대중교통을 이용한 접근성이 낮은 것으로 분석되었다.

지역적 여건과 대중교통 노선의 연결도 차원에서 본 방법론을 평가해 보았을 때 타당성이 있다고 판단할 수 있다.

### V. 서울시 네트워크 적용

서울시 버스 개편 효과를 분석하기 위해 본 연구에서 개발된 접근성 지표를 이용하여 버스 개편 전후의 접근성 값을 산출하였다.

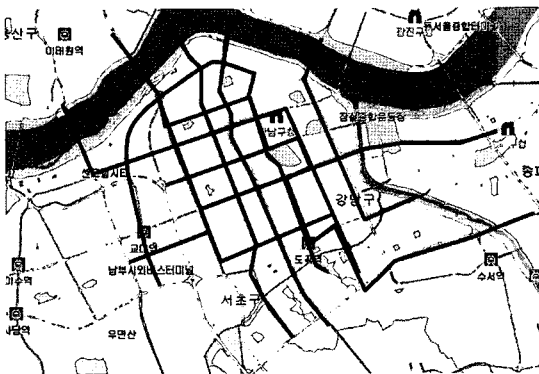
지역은 강남지역을 대상으로 하였으며, 버스 노선은 서울시 버스개편홈페이지의 개편 전후 노선 비교를 통해 간선과 지선위주로 선정하였다. 개편 후의 접근성

산출에서 간지선체계의 분리는 우선적으로 간선노선을 이용하고, 그 외에는 지선을 이용한다고 가정하였다. 그리고 서울시 속도 자료를 이용하여 강남 지역의 중앙 버스 차선제가 실시 중에 있는 강남대로는 버스 속도를 20km/h, 나머지 링크는 15km/h를 사용하였다.

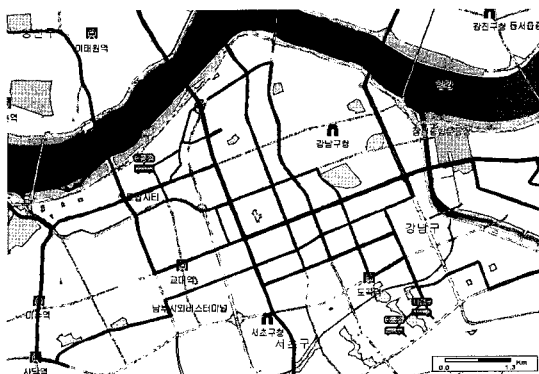
서울시 버스 개편 효과를 분석하기 위해 잠실에서 각 주요 지점까지의 접근성 값을 이용하였다. 각 주요 지점은 고속터미널, 강남역, 서울교대, 압구정을 선택하였다. 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2> 접근성 산출 결과

SS 내적		통행시간	
고속터미널			
시행전	시행후	시행전	시행후
92.35	76.98	30.83	22.71
강남역			
시행전	시행후	시행전	시행후
37.48	35.71	16.93	15.74
서울교대			
시행전	시행후	시행전	시행후
117.81	77.22	29.43	23.42
압구정			
시행전	시행후	시행전	시행후
110.12	100.87	26.50	25.22
남부터미널			
시행전	시행후	시행전	시행후
88.97	96.78	24.65	26.97



<그림 12> 개편 전 버스 네트워크



<그림 13> 개편 후 버스 네트워크

서울시 버스개편 전후의 접근성 비교결과 접근성은 향상된 것으로 분석되었다. 잠실에서 압구정역, 고속터미널, 강남역, 서울교대로의 접근성은 향상된 반면에 남부터미널로의 접근성은 나빠진 것을 알 수 있다. 이는 기존의 직접 접근이 가능한 노선에 비해 개편 후에는 환승에 대한 제약이 더 크기 때문으로 분석되었다. 결과적으로 간선·지선체계의 접근성 향상과 더불어 버스 우선정책으로 버스의 속도가 향상됨으로 서울시 버스 개편으로 인한 접근성은 전체적으로 향상되었다고 할 수 있다.

### VI. 결론 및 향후연구

Space Syntax와 통행시간을 이용하여 접근성을 산출 할 수 있는 방법론을 개발하였다. 본 논문에서는  $\alpha$ 와  $\beta$ 값을 정하지 않고 Space Syntax값과 통행시간을 별개로 구분하여 산출하였다. 내적값과 통행시간 값이

작을수록 접근성은 좋다고 판단할 수 있다.

접근성 분석은 서울시 강남구를 대상으로 실시하였다. 접근성 산출 결과 서울시 버스개편 후의 접근성이 향상된 것으로 분석되었다. 이는 버스간지선체제로 인하여 노선 굴곡도가 적어지고, 버스우선정책으로 인한 통행시간의 감소로 인한 것으로 분석되었다.

본 방법론을 통하여 현재 교통시스템의 상태를 수치화하여 현재 버스 네트워크의 서비스 개선 효과 및 새로운 교통수단의 도입 시 효과를 측정할 수 있다.

$\alpha$ 와  $\beta$ 값은 경험적인 값을 사용한다고 언급하였다. 향후 연구에서는  $\alpha$ 와  $\beta$ 값에 따른 접근성이 어떻게 달라지는지에 대해 민감도 분석에 대한 연구가 필요하다. 또한 서울시 전체 적용 시 전체 버스노선에 대해 Axial line화하는 문제를 가지고 있다. 따라서 향후 연구에서는 이에 대한 연구가 필요할 것이다.

## 참고문헌

1. 김승재(1988), 'Space Syntax에 관한 기초적 연구', 대한건축학회지, 제4권 제3호, pp.149~156.
2. 김영옥(2003), 'Space Syntax를 활용한 공간구조속성과 공간사용패턴의 상호관련성 연구', 대한국토·도시계획학회지, 제38권 제4호, pp.7~17.
3. 이상용·박경아(2003), '시내버스노선체계 평가를 위한 정량적 지표의 설정 및 적용', 대한교통학회지, 제21권 제4호, 대한교통학회, pp.29~44.
4. 이희연(2004), "경제지리학", 법무사.
5. Slingsby, A., (2002) 'Pedestrian Accessibility in the Built Environment in the Context of Feature-Based Digital Mapping', UCL Working paper.
6. Jun, C., Kim, Y., Lee, S. and Lee, S., (2005) 'Assessing Public Transportation Accessibility Based on Topological Structure' CUPUM 2005 Proceeding, pp.329~338.
7. Halden, D., Jones, P. and Wixey, S., (2005) 'Accessibility analysis literature review', EPSRC FIT Programme Working Paper 3.
8. Halden, D., McGuigan, D., Nisbet, A. and McKinnon A., (2000) 'Accessibility : Review of Measuring Techniques and Their Application', Scottish Executive Central Research Unit.
9. DfT (2001) 'Accessibility Planning', The state of play UK.
10. Geurs, K.T., Ritsema van Eck, J.R., (2001) 'Accessibility Measures: Review and Applications', RIVM Report 408505 006, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, The Netherlands.
11. Handy, S., Niemeier (1997) 'Measuring Accessibility: An exploration of issues and alternatives' Environment and Planning A, 29, (7), pp.1175~1194.
12. Litman, T., (2003) 'Accessibility: Defining, Evaluating and Improving Accessibility' Victoria Transport Policy Institute.
13. Murtaza, H., Timothy, S., (2005) 'Equity, Accessibility and Transit Use in Large American Cities', 84th Annual Transportation Research Board Meeting.
14. Tyler, N., (1999) 'Measuring Accessibility to Public Transport : concepts', UCL Working paper.
15. Rui, D., (1999) 'Measuring Accessibility using GIS', 4th International Conference on GeoComputation.
16. Ross, W., (2000) 'Mobility & Accessibility: the yin & yang of planning', World Transport Policy and Practice, Vol.6, No.2, pp.13~19.
17. Social Exclusion Unit, (2003) 'Making the Connections: Final Report on Transport and Social Exclusion', Office of the Deputy Prime Minister.

✉ 주 작 성 자 : 이병욱

✉ 교 신 저 자 : 이승재

✉ 논문투고일 : 2005. 10. 29

✉ 논문심사일 : 2005. 11. 30 (1차)  
2005. 12. 15 (2차)

✉ 심사관정일 : 2005. 12. 15

✉ 반론접수기한 : 2006. 4. 30