

PNS 네트워크 Node-Link 구성체계

Node-Link Development for Pedestrian Navigation System

남 두 희* 김 영 신**
(Doohee Nam) (Young-Shin Kim)

요 약

장애인·노약자들은 일반인에 비해 이동에 대한 제약조건이 많으며 이동시 일반인들이 생각하는 것보다 많은 어려움이 있다. 장애인·노약자뿐만 아니라 일반인들의 보행환경을 개선하기 위해 장애인·노약자를 위한 보행 지원시스템을 구성하여 장애인·노약자들의 사회활동을 장려하고 사회 구성원으로서의 역할을 할 수 있도록 도움을 줌으로서 장애인·노약자에 대한 사회문제를 해결하는 데 큰 역할을 하게 된다.

보행용 네트워크를 구성하기 위해 건설교통부에서 2005년 7월에 발간한 “지능형교통체계 표준 노드/링크 구축·운영지침 해설서”의 내용을 분석하였으며 이를 바탕으로 장애인·노약자들에게 적합한 네트워크체계를 구성하였다. 이동제약이 가장 큰 장애인·노약자를 대상으로 한 보행 네트워크이기 때문에 일반 사람들에게 적용될 수 있다. 이렇게 보행 네트워크를 구성함으로써 사회적 약자에 속하는 장애인·노약자들의 보행에 많은 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 일반인들의 보행 편의성을 높이는 효과를 가져 올 수 있다. 장애인·노약자를 비롯한 사람들의 보행률을 높임으로서 에너지 절약, 교통사고율 감소 등 사회 전반적으로 긍정적인 효과를 가져 올 것으로 기대된다.

Abstract

A pedestrian navigation system, an information delivery server, and a program for naturally guiding (such as speech-guiding) the user of a portable terminal at an intersection. An information delivery server comprises a map database containing data such as nodes including paths constituting intersections, links, and costs of the links. The node-link structure is the most important part in pedestrian navigation system. Functional requirements for the road map database vary in different navigation phases. Though there are various road network models, their traditional node-link structures, unfortunately, do not solve the problem well. This paper proposes a node-link structure for pedestrian navigation system. The network topological structure in pedestrian network is presented, which accords with the practical walking habit better than traditional way treating the entire road network.

Key words: PIS, PNS, pedestrian navigation system, network structure, node-link

† 본 연구는 2008년도 한성대학교 교내연구비 지원과제임

첨단도시개발사업 05-기반구축-D 0101

* 주저자 : 한성대학교 정보시스템공학과 교수

** 공저자 : 한성대학교 정보시스템공학과 석사과정

† 논문접수일 : 2008년 9월 16일

† 논문심사일 : 2008년 10월 21일

† 게재확정일 : 2008년 10월 22일

1. 서 론

현대 사회는 의학 기술의 발달에 따라 점차 고령화 사회가 도래되고 있으며 실제 우리나라는 2000년 7월에 고령화 사회로 진입하였으며 2018년에는 고령사회, 2026년에는 초고령 사회로 진입할 것으로 예상된다. 또한, 장애인의 비율이 점차 증가하는 추세이며 장애인들 중 이동에 가장 제약을 받는 지체 장애인과 시각 장애인의 비율이 전체 장애인의 절반이 넘는 54%(보건복지부, 1996)를 차지하고 있어 상대적으로 소외계층인 장애인·노약자들의 이동권 문제가 더 이상 소수만의 문제가 아님을 보여 주고 있다. 이동권이란 “자신이 원하는 곳에, 자신이 원하는 때에 자유롭게 갈 수 있는 권리, 즉, 일상적인 생활 속에서 모든 시설물들을 제한 없이 이용할 수 있는 기본적인 권리”이다 [1].

장애인·노약자들은 일반인에 비해 이동에 대한 제약조건이 많으며 이동시 일반인들이 생각하는 것보다 많은 어려움이 있다. 우리나라의 대중교통 환경을 살펴보면 장애인·노약자를 위한 시설이 매우 부족한 것을 알 수가 있다. 서울시 263개의 지하철역 가운데 엘리베이터 시설이 갖추어진 지하철은 전체 중 76곳(28.9%)이며 휠체어 리프트는 127곳(48.7%) 에스컬레이터는 131곳(49.8%)이다 [2].

장애인·노약자들의 이동에 도움을 주기 위해서는 시설물을 늘리는 방법도 있지만 기존 시설물들의 정보를 제공함으로써 이동을 용이하게 할 수 있다.

기존 시설물들의 정보를 제공하기 위한 네트워크를 구성하기 위해 건설교통부에서 2005년 7월에 발간한 “지능형교통체계 표준 노드/링크 구축·운영 지침 해설서”의 내용을 분석하여 이를 바탕으로 장애인·노약자들에게 적합한 네트워크체계를 구성하였다. 이렇게 구성된 네트워크체계를 사용하여 한성대학교 지역에 노드/링크 체계를 구축하였으며 실제로 네비게이션 시스템에 적용하였다.

II. ITS용 표준 노드/링크

1. 노드/링크 ID체계구성

노드와 링크는 각각을 구별하기 위한 고유번호가 필요하며 이를 노드 ID/링크 ID라 한다. 노드와 링크 ID의 구성 체계는 같으며 권역번호, 일련번호, 장래확장자 세 가지 식별자로 구성된다.

권역번호는 노드/링크가 속해있는 행정구역을 나타내는 식별자이다. 시·군·구에서 시장, 군수, 구청장이 해당 관할 행정구역 단위로 ID를 부여하거나 소멸시키는 작업 및 정리를 신속하게 할 수 있도록 하기 위해서 설정되었다. 2004년 말 현재 우리나라의 기초자치단체가 247개임을 고려하여 3자리 숫자로 구성되었으며 광역단위와 전국단위로 여유분을 두었다.

일련번호는 각 권역별로 1부터 누락 또는 중복된 숫자 없이 순차적으로 1씩 증가시켜 부여하며 원칙적으로 위도 및 경도가 낮은 곳부터 오름차순으로 부여된다. 5자리로 구성되었는데 이는 국내에서 가장 큰 광역 단체인 서울특별시의 노드/링크 수가 16,495개인 것을 고려한 것이다.

장래확장자는 행정구역 내에서 도로의 신설, 분할 등에 따른 ID추가 및 변경에 대비하여 예비 자리를 확보하는 것으로 2자리 숫자로 구성되었다.

노드/링크 ID는 위의 세 가지의 식별자/10자리 숫자로 구성된다 [3].

2. 노드/링크 기초정보

노드/링크가 구축되면 노드정보, 회전정보, 링크정보, 링크부가정보와 같은 기초정보를 입력해야하며 기초정보에는 필드명, 속성명, 자료유형, 자료크기, 필수여부, 내용 등이 들어가며 각 정보마다 가지고 있는 속성 값에 대한 코드번호와 코드 정보가 있다.

노드 기초정보는 명칭, 유형 등 해당 노드를 인지할 수 있는 노드정보와 해당 노드에서의 회전제한정보를 포함하는 회전정보로 구성되며 링크 기초정보는 도로명칭, 구조 등의 링크정보와 해당 도로 구간이 여러 개의 노선번호 및 명칭을 가진 경우 내용을 입력하는 링크부가정보로 구성된다.

노드정보에는 노드ID/노드유형/노드명/회전제한

유무가 있으며 회전정보에는 노드ID/회전제한ID/시작링크ID/종료링크ID/회전제한유형/회전제한유형, 링크정보에는 링크ID/시작노드ID/종료노드ID/도로사용여부/차로수/도로등급/도로유형/도로번호/도로명/중용구간여부/연결로코드/최고제한속도/통행제한차량/통과제한하중/통과제한높이, 링크부가정보에는 링크ID/중용구간ID/도로등급/도로유형/도로번호/도로명이 있다.

Ⅲ. 보행용 노드/링크 구성

1. 노드/링크 ID체계구성

시스템에서 사용 시 차량 네트워크와 보행자 네트워크의 ID를 구분할 필요성이 있으며 이를 구분하기 위한 3개의 대안을 검토하였다.

첫 번째 대안은 차량/보행자를 나타내는 코드를 추가하여 구분하는 방법이다. 기존의 ID체계에 차량과 보행자를 구분할 수 있는 한 자리 숫자(차량 : 0, 보행자 : 1) 를 장래확장자코드 뒤에 추가 하는 것이다. ID체계는 기존의 10자리 코드에서 11자리 코드로 변경되며 마지막 코드로 차량과 보행자의 링크/노드 ID를 구분하게 된다. ID자체에 새로운 코드를 추가하였기 때문에 ID만으로 차량과 보행자를 구분할 수 있으나 ID자리 수가 11자리로 바뀌기 때문에 기존 10자리 ID체계를 사용하고 있던 시스템의 모든 ID체계를 바꿔야 하는 단점이 있다.

두 번째 대안은 코드 내 차량과 보행자 범위를 나누어 구분하는 방법이다. 장래확장자 코드(0~99)의 범위를 반으로 나누어 0~49까지는 차량코드, 50~99까지는 보행자 코드로 사용하는 것이다. 코드의 자리 수를 변경하지 않고 기존의 ID체계를 그대로 사용하기 때문에 기존 ID체계를 사용하고 있는 시스템에서 ID체계 수정 없이 사용할 수 있으며 ID 자체로 차량과 보행자의 구분이 가능하다.

세 번째 대안은 속성 값으로 구분하는 방법이다. ID체계의 변화 없이 노드/링크 속성에 차량/보행자 정보를 추가하는 것이다. ID체계를 전혀 수정하지 않기 때문에 가장 안정적으로 ID체계를 유지할 수

<표 1> 보행자 노드 기초정보 테이블
<Table 1> Basic data table for pedestrian node

필드명	속성명	자료 유형	자료 크기	입력 여부	내용	입력 예
NODE_ID	노드 ID	int	4	필수	노드ID 체계에 따라 10자리 숫자로 입력 한다	1070034850
NODE_TYPE	노드 유형	char	3	필수	노드유형 코드값(3자리)을 입력 한다	201
NODE_NAME	노드명	char	30		노드명을 입력 한다	미래관
TURN_P	회전제한유무	char	1	필수	회전제한유무를 입력 한다 (무 : 0, 유 : 1)	1

있으나 차량/보행자 구분이 속성 값으로 들어가기 때문에 ID자체만으로 차량과 보행자를 구분할 수 없다.

본 연구에서는 ID를 10자리로 유지하는 것이 기존 ID체계를 사용하는 시스템에 수정 없이 적용될 수 있으며, ID값의 속성 값으로 구분하기보단 ID자체로 차량과 보행자를 구분하는 방법이 효율적인 것으로 보인다.

2. 노드 기초정보

차량 노드기초정보를 토대로 보행자 노드 기초정보를 구성하였는데 노드 기초정보에는 노드ID, 노드유형, 노드명, 회전제한유무, 연결링크ID가 있으며 노드 기초정보에 대한 내용은 다음 <표 1> 과 같다.

회전제한유무는 차량의 경우 반드시 필요한 정보지만 보행자의 경우 보행에 대한 회전제한이 없기 때문에 제외할 수 있었으나 차후에 차량과 보행자 통합 네트워크를 이용하여 네비게이션을 구현/서비스제공 시 차량이 보행자 노드/링크를 사용할 수 있으며 사용할 경우를 대비하여 속성으로 남겨 두었다.

노드 정보 중 노드유형의 코드 값을 수정하였으며 내용은 다음과 같다.

<표 2> 보행자 노드유형 코드값 테이블
 <Table 2> Node type table for pedestrian node

코드	코드정보	정보내용
201	교차점	보행자가 다니는 길이 교차하는 지점을 나타냄
202	건물/시설물	시설물 또는 시설물의 입구를 나타냄
203	끝점	지도의 끝부분에 링크가 끊기는 지점을 나타냄
204	속성 변화점	횡단보도, 계단, 육교 등 보행자가 다니는 길의 속성이 변하는 지점을 나타냄

3. 회전정보 기초정보

위에서 언급한 바와 같이 회전정보는 보행 네트워크에서는 필요한 것이 아니나 확장성을 위해 추가 하였으며 이 정보는 차량이 보행자가 다니는 길에 진입하게 됐을 시 경로를 나타내기 위해 사용될 수 있다.

회전정보 기초정보에는 회전제한이 있는 노드를 나타내기 위한 노드ID와 회전제한정보를 구분할 수 있는 회전제한ID, 노드를 기준으로 지나왔던 길과 앞으로 진행할 길을 나타내는 시작링크ID와 종료링크ID가 있으며 회전제한의 종류를 나타내는 회전제한유형과 시간대에 따라 회전제한이 있는지를 나타내는 회전제한운영이 있다.

회전정보 기초정보에 대한 세부 사항은 다음 <표 3>과 같다.

보행자가 다니는 길(골목길 등)에서 일방통행 같은 차량 회전 정보를 나타내주어야 하기 때문에 회전제한유형의 코드와 코드정보를 수정하였다. 코드는 201~204 까지 부여하였으며 코드 정보는 번호순에 따라 201은 모든 회전가능, 202는 직진만 가능, 203은 우회전만 가능, 204는 좌회전만 가능을 나타내도록 구성하였다.

4. 링크 기초정보

보행에 필요한 정보를 추가하였으며 코드정보에

<표3>보행자 회전정보 기초정보 테이블
 <Table 3> Turning data for pedestrian

필드명	속성명	자료 유형	자료 크기	입력 여부	내용	입력에
NODE_ID	노드 ID	int	4	필수	노드ID 체계에 따라 10자리 숫자로 입력 한다	1070023550 또는 1070023500
TURN_ID	회전제한 ID	int	4	필수	입력방법에 따라 1부터 순차적으로 양의 정수로 입력 한다	452
ST_LINK	시작링크 ID	int	4	필수	링크ID체계에 따라 회전제한 정보의 시작링크ID(10자리)를 입력 한다	1070014350 또는 1070014300
ED_LINK	종료링크 ID	int	4	필수	링크ID체계에 따라 회전제한 정보의 종료링크ID(10자리)를 입력 한다	1070014550 또는 1070014500
TURN_TYPE	회전제한 유형	char	3	필수	회전제한유형에 대한 코드 값(세 자리)을 입력 한다	201
TURN_OPER	회전제한 운영	char	1	필수	회전제한 운영 시간형태에 대한 코드 값을 입력 한다 (0 : 전일제, 1 : 시간제)	0

보행자가 다니는 길에 적합하게 코드정보를 수정/추가하여 보행자에 맞는 링크 기초정보를 구성하였으며 링크 기초정보의 내용은 다음 <표 4>와 같다

시설물, 거리, 경사는 최적경로 산출시 가중치 값을 계산하는데 사용되며 보행자 링크는 차량링크와 달리 방향성이 없는 양방향링크이기 때문에 시작, 종료 노드가 아닌 첫 번째, 두 번째 노드로 속성 값을 정했고 이는 링크에서의 진행방향을 알기위해 사용되며 도로사용여부는 차후 차량과 보행자 네트워크 통합 시 보행자 링크를 차량경로 산출에 이용되는 사용가능한 링크를 알아내기 위해 추가하였다.

새로 추가된 정보에 대한 코드 값과 수정이 필요한 링크 정보의 코드 값을 구성하였다. 시설물정보는 장애인·노약자가 이동하는 모든 도로, 엘리베이터 같은 시설물정보를 나타내며 실외뿐만 아니라

<표 4> 보행자 링크 기초정보 테이블
<Table 4> Link table for pedestrian

필드명	속성명	자료 유형	자료 크기	입력 여부	내용	입력에
LINK_ID	링크ID	int	4	필수	링크ID 체계에 따라 10자리 숫자로 입력한다	1070087550
FACILITY	시설물 정보	char	1	필수	시설물 종류에 따른 코드번호(1자리)를 입력 한다	1
DISTANCE	거리	float	4	필수	링크거리를 입력 한다 (단위 : m, 소수점 2자리)	103.58
SLOPE	경사	float	4		경사도를 입력 한다	10
1ST_NODE	첫 번째 노드ID	int	4	필수	노드ID 체계에 따라 링크의 첫 번째 노드ID(10자리)를 입력 한다	1070009350
2ND_NODE	두 번째 노드ID	int	4	필수	노드ID 체계에 따라 링크의 두 번째 노드ID(10자리)를 입력 한다	1070009450
ROAD_NAME	도로명	char	30		새 주소체계에 따른 도로명을 입력 한다	삼선공원길
ROAD_TYPE	도로 유형	char	3	필수	도로유형에 따른 코드번호(3자리)입력 한다	101
ROAD_USE	도로 사용 여부	char	1	필수	차량의 도로사용여부를 코드 값으로 입력 한다 (0 : 차량사용, 1 : 차량사용불가)	0
CONNECT	연결로	char	3		특정시설물로 연결되는 연결로 정보를 코드 값(3자리)으로 입력 한다	201

실내에 있는 시설물을 포함하였는데 이는 대형 쇼핑몰, 지하철역 같은 곳에 장애인·노약자들에게 경로를 안내해주기 위해 추가하였다. 도로유형에는 새 주소체계에 맞춰 소로와 골목길을 추가하였으며, 마지막으로 연결로는 건물, 지하도, 육교 등을 연결하는 링크를 나타낸다[4].

수정된 링크정보의 속성코드 값에 대한 내용은 다음 <표 5>와 같다.

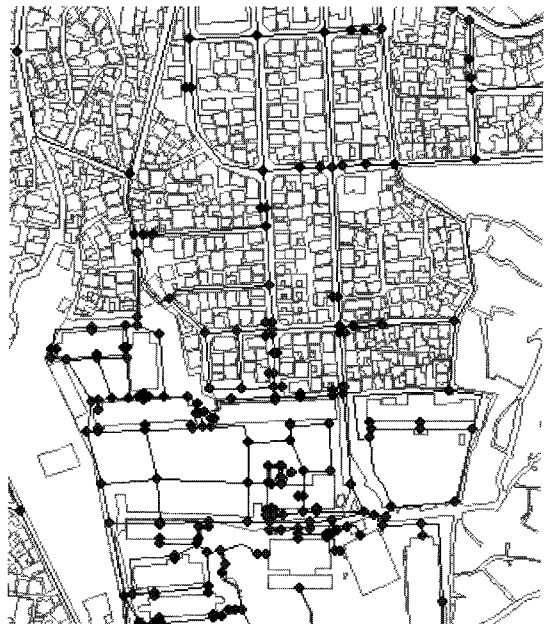
<표 5> 링크 기초정보 속성 코드 값 테이블
<Table 5> Link type table for pedestrian

시설물		도로유형		연결로	
0	도로	101	소로	200	연결로 아님
1	계단	102	골목길	201	건물 연결로
2	육교	103	인도	202	지하도 연결로
3	지하도	104	횡단보도	203	육교 연결로
4	엘리베이터	105	육교		
5	에스컬레이터	106	지하도		
6	무빙 워크	107	자전거도로		

IV. 네트워크 구축 및 적용

앞에서 정의한 네트워크 체계를 바탕으로 ArcGIS를 이용하여 성북구 삼선동 지역을 대상으로 노드/링크를 구성하였다.

한성대학교 건물 출입구와 학교 근처 주요 시설물들의 정보를 입력하였으며 출발지와 목적지를 검색하여 이동경로를 표시할 수 있도록 하였다.



<그림 1> 한성대학교 주변지역 노드/링크
<Fig. 1> Node-link for study area

1	LINK_ID	DISTANCE	FACILITY	SLOPE	ROAD_NAME	ROAD_TYPE	ROAD_USE	CONNECT	1ST_NODE	2ND_NODE
2	1070000150	4.96	0	0	삼선시장길	101	FALSE	200	263	267
3	1070000250	10.08	0	0	삼선시장길	101	FALSE	200	267	271
4	1070000350	30.40	0	0	삼선시장길	101	FALSE	200	271	278
5	1070000450	19.83	0	0		102	FALSE	200	263	256
6	1070000550	11.08	0	0	삼선교길	101	FALSE	200	256	261
7	1070000650	11.01	0	0	삼선교길	101	FALSE	200	253	257
8	1070000750	55.80	0	0	삼선교길	101	FALSE	200	257	277
9	1070000850	16.04	0	0		102	FALSE	200	261	257
10	1070000950	16.12	0	0		102	FALSE	200	328	335
11	1070001050	15.97	0	0	삼선교길	101	FALSE	200	343	335

<그림 2> 링크정보

<Fig. 2> Link data for study area

59	NODE_ID	NODE_NAME	NODE_TYPE	TURN_P
60	1070005850	탈구관	202	1
61	1070005950	교양관	202	1
62	1070006050	진리관	202	1
63	1070006150	진리관	202	1
64	1070006250	공학관A동	202	1
65	1070006350	공학관B동	202	1
66	1070006450	연구동	202	1
67	1070006550	공학관B동	202	1
68	1070006650	연구동	202	1
69	1070006750	지선관	202	1

<그림 3> 노드정보

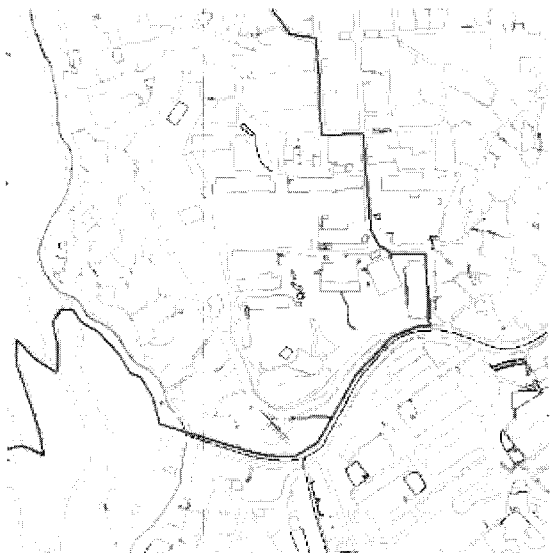
<Fig. 3> Node data for study area

<그림 1>은 한성대학교 주변에 구성된 노드/링크를 나타낸 그림이다. 학교주변 도로 네트워크는 소로 위주로 구성을 하였으며 학교 내 네트워크는 각 건물의 각 출입구에 노드를 부여하는 등 비교적 상세하게 구성하였다. <그림 2>는 링크의 정보를 나타내는 dbf 파일이며 링크 ID, 링크길이, 시설물 정보, 경사, 도로명, 연결로, 링크의 양 끝 노드의 ID의 정보가 있다.

<그림 3>은 노드의 정보를 나타내며 노드 ID, 노드명, 노드 유형, 회전제한유무 정보를 포함하고 있다.

구성된 네트워크를 통해 출발지와 목적지의 이동경로를 나타낸 것이 <그림 4>이다. 노드명의 검색을 통해 출발지와 목적지를 입력하여 검색하면 여러 제약조건을 고려하여 보행에 적합한 최단거리 이동경로를 나타내준다.

대로 장애인·노약자를 위한 보행 네트워크를 구성하여 네비게이션 시스템에 적용하여 보았다.



<그림 4> 이동경로 표시

<Fig. 4> Route search display

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 기존에 있던 차량네트워크를 토

이렇게 구성된 네트워크를 보행 네비게이션에 이용하면 장애인·노약자들이 이용할 수 시설물들에 대한 정보가 제공됨으로서 장애인·노약자들이 이동하는 데 있어서 보다 용이하게 해줄 수 있다 [5].

장애인·노약자들의 이동권과 통행권을 향상시킴으로서 장애인·노약자들에게 인간의 기본적인 권리인 이동권을 보장해 줄 수 있으며, 이동권의 향상으로 사회적 활동을 촉진시킬 수 있으며 이는 장애인·노약자들의 사회활동 저조와 같은 사회 문제 해결과 앞으로 다가 올 고령사회에 부족한 노동력 해결에도 도움이 될 것이다.

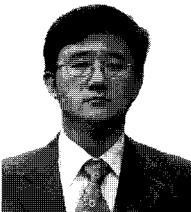
본 논문에서는 보행 네트워크를 구성하여 네비게이션에서 이동경로를 표출하였으나 단순히 최단거리 계산을 통한 최단경로를 나타내는데 그쳤으며 장애인·노약자들에게 필요한 정보를 제공하기 위해 정의한 속성값을 이용한 맞춤형 이동경로를 제공하지는 못했다. 향후 연구에서는 장애유형별 가중치를 부여한 시설물과 도로 정보 등을 고려한 맞춤형

이동경로를 제공함으로써 해서 장애인·노약자들에게 이동하기에 적합하도록 할 계획이다.

참고문헌

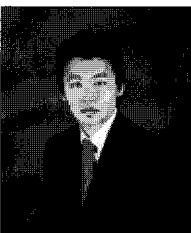
- [1] 서울특별시, *서울시청광장 계획에 따른 보행네트워크의 변화에 대한 연구*, 2004. 4.
- [2] 서울특별시, *장애인 등 편의시설 확충 정비 추진현황 보고회 자료*, 2001.
- [3] 건설교통부, *지능형교통체계 표준 노드/링크 구축·운영지침 해설서*, 2005. 7.
- [4] 서울시 새 주소 안내 시스템, [http:// address.seoul.go.kr](http://address.seoul.go.kr),
- [5] 노시학, “도시의 교통소외계층에 대한 지리학적 연구를 위한 제언-노인 및 장애인과 여성 인구를 중심으로,” *한국도시지리학회지*, 제1권, 1호, pp. 47-60, 1998. 2.

저자소개



남 두 희 (Nam, Doohee)

1997년 : Univ. of Washington 교통공학 박사
 1997년 ~ 2000년 : Univ. of Washington 선임연구원
 1998년 ~ 2000년 : 미국 워싱턴주 교통계획 감독관
 2001년 ~ 2006년 : 한국교통연구원 ITS연구센터/도로교통연구실 책임연구원
 2006년 ~ 현재 : 한성대학교 정보시스템공학과 교수



김 영 신 (Kim, Young-Shin)

2000년 ~ 2007년 : 한성대학교 정보시스템공학과 학사
 2007년 ~ 현재 : 한성대학교 정보시스템공학과 석사 과정 GIS-ITS연구소 연구원