

# 지능형 교통시스템을 위한 도형·속성정보의 통합 분석 The Analysis and Integration of Graphic and Attribute Information for Intelligent Transportation Systems

강준목\* · 이형석\*\* · 조성호\*\*\*

Kang, Joon-Mook · Lee, Hyung-Seok · Cho, Sung-Ho

## 要 旨

본 연구는 지능형 교통시스템과의 연계성을 고려하여 도형정보와 속성정보를 구축하고 이를 통합분석하고자 한 것이다. 도형정보는 위치확인 편의성을 제공하기 위해 축척 1:5000의 수치지도에 지번도를 수치화하여 중첩하였다. 정확한 위치정보와 노선정보를 제공하기 위해서 시간대별 교통정보를 이용하였으며, 공간적인 위치분석을 위해 컴퓨터를 개발하여 분석시스템과 연결하였다. 이와 같이 구축된 데이터베이스는 질의 및 통계분석을 통해 적정노선을 효율적으로 선정할 수 있었으며, 도형정보에 지적정보를 연계하여 활용함으로써 위치정보를 보다 용이하게 제공할 수 있었다. 향후 실시간 위치정보와 교통정보가 연계된다면 실시간 지능형 교통시스템에 그 효율성이 증대될 것으로 기대된다.

## ABSTRACT

This study is to integrate and to analyze graphic and attribute data in features which should be preceding for the ITS construction. A 1:5000 scale map as a national basemap was used and was checked for feasibility. For the convenience of position confirmation, the analysis component was developed and was linked to addresses. Also, the attribute information was considered on the shortest route, and optimal route was selected by investigating traffic volumes on main crossroads depending on the time zone. The optimal route could be selected by analyzing user's demands, position and statistical data, and the position information could be provided efficiently by combining the graphic information with the land register information.

## 1. 서 론

급격한 차량의 증가로 교통체증이 초래되고 제한된 도로는 그 한계에 도달하고 있으며, 지형공간정보체계를 이용하여 교통문제를 해결하고 도로의 활용을 극대화 할 수 있는 지능형 교통시스템에 대한 관심이 증대되고 있다. 지능형 교통시스템의 실용화를 위해서 정확한 지형정보의 구축과 이와 연계된 속성정보에 대한 데이터베이스가 구축되어야 한다. 지능형 교통시스템을 위한 지형정보 구축을 위해서는 개략적으로 파악된 내용을 바탕으로 도로 및 교통관련 기초자료의 내용 및 수준, 관리주체, 문서형식, 외부활용 가능성 등을 보다 상세히 파악하

여 각종 도형·속성정보에 필요한 자료를 충분히 수집하고 통합 분석하는 것이 필요하다.

본 연구는 통합분석 시스템의 구현을 위해서 사용목적에 부합되는 자료를 수집하고 각각의 정보들을 편리성과 정확성을 고려하여 도형정보와 속성정보를 구축하였다. 이와 같이 구축된 통합분석 시스템은 사용자의 목적에 따라 질의 분석, 영향권 분석 및 통계분석을 수행하여 정확한 위치정보와 시간대에 따른 적정노선을 제공함으로써 지능형 교통시스템을 위해 필요한 도형·속성정보의 통합 분석 방향을 제시하고자 하였다.

## 2. 연구 내용 및 방법

지능형 교통시스템을 위한 도형정보와 속성정보의 통합분석을 위해서 연구대상지역을 선정하고 도형 및 속성정보에 대한 자료를 스캐닝과 벡터라이징을 통해 획득하

\*충남대학교 토목공학과 교수

\*\*충남대학교 토목공학과 박사수료

\*\*\*충남대학교 토목공학과 박사과정

였다. 획득된 자료는 도형정보의 구축을 위한 자료와 속성정보를 위한 자료로 분류하였으며, 자료의 통합을 위한 연결자료는 위치확인의 용이성 외에도 속성정보의 구축의 편리성을 제공하기 위해 지적번지를 이용하였다.<sup>1)</sup> 도형정보의 구축을 위해서는 수치지도 축척 1:5000지형도 외에 통합을 위한 지번도로 구성되어져야 하므로 수치지도와 지번도를 중첩하였다. 또한 속성정보의 구축은 통합을 위해 지번을 기본키로 구성하였으며, 각각의 주도로에는 시간대별·교차로별 교통량자료와 연결하여 통합하였다.

구축된 통합데이터베이스를 이용하여 사용자의 목적에 따른 좌표 혹은 지번으로 위치확인이 가능하고 주제도 생성을 위한 질의분석, 현 위치로부터 목적지까지의 영향권분석 및 교통량자료의 통계분석을 실시하였다. 이와 같이 분석된 자료를 통하여 시간대에 따른 적정노선을 선정할 수 있었다. 이상의 연구 내용의 흐름도는 그림 1과 같다.

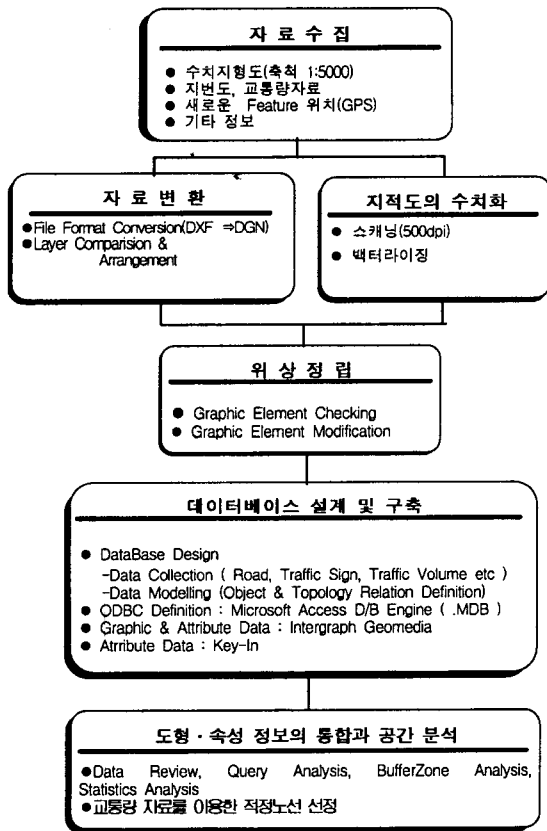


그림 1. 연구내용 흐름도

### 3. 자료변환 및 도형·속성정보의 구축

#### 3.1 연구대상지역의 선정

대상지역은 수치지도 축척 1:5000의 4도엽을 취합한 지역으로 국가지리정보체계사업의 기본방안인 수치지도 제작사업이 완료된 지역 중에서 최근 대전 정부청사의 입주 그리고 2002년 월드컵 개최 예정지 선정 뿐 아니라 건교부가 지능형 교통시스템의 모델 도시로 선정된 대전광역시의 서구 둔산 지구를 선정하였다.

이 지역은 그림 2와 같이 비교적 도시계획과 도로망의 구성이 잘 되어져 있고 여러 분석이 가능한 지형 정보시스템 구축을 위해 필요한 각종 자료의 취득이 용이하며 각종 자료의 최근성의 보장의 문제에 있어서도 양호함을 가지고 있다. 또한 이 지역은 수치지적사업이 완료된 지역으로 도형·속성정보를 조합하여 지형 정보시스템을 구축하는데 있어서 속성정보를 입력하기 위한 기본도를 지번도로 이용하는 것이 용이하고 공간 및 속성정보를 연계하기 위한 수치지도와 지번도의 중첩에 있어서도 양호한 정확도를 가지고 있으므로 지능형 교통정보시스템의 구현을 위한 도형정보와 속성정보의 통합분석의 적합지로 판단된다.<sup>2)</sup>

#### 3.2 도형정보의 구축

도형정보를 구축하기 위하여 선행되어야 할 작업은 기



그림 2. 연구대상지역(1:5000)

본도의 작성이다. 기본도의 작성을 위해서 선택된 수치지도 1/5000 4도엽은 필요한 레이어들로 변환되고 각각의 레이어들에 대한 위상을 필요한 형태로 재정립하기 위한 작업을 수행하였다.

기본도의 작성을 위해 취합한 국립지리원 수치지도의 포맷인 CAD 파일(.dxf)은 각각의 대상물(feature)에 대하여 위상이 연구에 맞게 정립되어 있지 않기 때문에 마이크로스테이션 파일(.dgn)로 변환하여 대상물(feature)들의 위상을 재정립하였다.<sup>3)</sup> 표 1은 국립지리원 수치지도 분류코드를 기반으로 데이터베이스 구축을 위하여 필요한 부분을 추출하여 정리한 것을 나타낸 것이다.<sup>4)</sup>

도형정보의 구축을 위해 기본도에 속성정보를 입력하기 위한 지적중심의 기본도를 생성하기 위해서 지번도를 수치화 하는 작업은 인터그래프사의 ANAtech Eagle 3640 스캐너를 이용하여 얻어진 래스터 데이터를 I/ Geovec으로 벡터라이징하였다. 벡터라이징한 수치도면은 그림 3과 같다. 각각의 벡터라이징 도엽은 수치지적부상의 좌표성과 중 3개의 기준점에 대한 좌표 값을 이용하여 부등사상변환(Affine Transformation)으로 수치지적 레이어를 완성하였다.

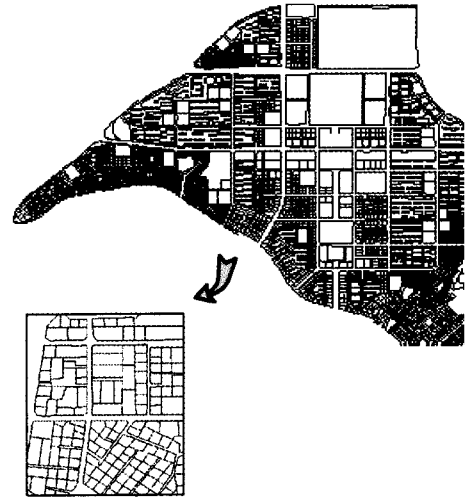


그림 3. 수치화된 지번도

### 3.3 속성정보의 구축

속성정보를 구축하기 위해서 마이크로소프트 어세스(Microsoft Access)를 이용하여 데이터베이스를 설계하고 이를 바탕으로 각종 속성정보를 구축하였으며, 데이터베이스 구조는 관계형 데이터베이스를 사용하였다. 관계형 데이터베이스의 특징을 보면 포인터나 위계가 없고, 자료는 튜플이라는 속성 값이 순서대로 정리되어 있고, 이

표 1. 레벨 편집과 대상물의 분류

LEVEL명	대상물명	LEVEL명	대상물명
11	일반도로	29	주유, 세차, 정비
12	부지안 도로	30	금융
14	보행시설	31	의료기관
18	담장	34	레저, 복지시설
19	건물경계	40	지류
20	행정기관	41	등고선
21	정부투자기관	54	주도로(중앙선)
23	상업	55	일반도로(중앙선)
24	교육기관	59	건물명
25	종교	61	동 이름
60	기타	50	지번도

값들은 릴레이션이라는 2차원 테이블에 수록되어 있다. 이 것은 유연성이 크며, 부울 논리적 연산을 이용하면 모든 요구를 만족시킬 수 있다는 큰 장점을 가지고 있다. 또한 다른 종류의 정보를 검색, 결합하고 비교할 수도 있으며, 자료의 가감도 용이하다.

지형정보를 위한 데이터베이스에는 지형의 위치 정보를 수록하는 위치 데이터베이스와 속성 정보를 정리하는 속성 데이터베이스로 크게 구분되며, 이들은 서로 상호 연계관계를 가지고 있어야 한다.

속성정보의 구축은 지번 위치정보와 교통량정보를 나타낼 수 있는 자료를 사용하였으며, 대상지역내의 지번 위치관련 정보를 위한 데이터베이스는 도형정보를 가지고 있는 지번도와 연계하기 위하여 지적번지를 키(key)로 하여 대분류, 소분류, 대상물(feature)명을 구분하였다. 키(key)가 되는 지적번지는 약 3000개이며, 이들 지적번지를 기준으로 대분류 15개, 소분류 39개로 분류하고 대상물(feature)명은 상호나 건물 명을 사용하여 데이터베이스를 구축하였다. 표 2와 3은 데이터베이스 구축을 위한 대분류와 소분류의 내용을 나타낸 것이다. 또한 적정노선을 선정하기 위해서는 교통 혼잡을 피해 노선을 선정하는 것이 필요하므로 시간대별·주요교차로별 교통량에 대한 자료를 활용함으로 단순한 거리로서의 적정노선선정에서 벗어나 합리적인 노선을 선정하고자 하였다. 이러한 작업을 위해서 교통량자료는 대전시에서 현재의 교통상황을 조사·분석하여 교통운영 및 관리계획 수립시 기초자료로 활용함과 동시에 도시교통체계 정립

표 2. 대분류

NO	구분	NO	구분	NO	구분
1	교육기관	6	숙박시설	11	정부투자기관
2	금융기관	7	아파트	12	중교
3	레저, 스포츠	8	언론기관	13	주유, 세차, 정비
4	상가	9	음식점	14	터미널
5	상업	10	의료기관	15	행정기관

표 3. 소분류

NO	구분	NO	구분	NO	구분
1	경찰서	14	백화점	27	이동통신
2	고등학교	15	병원	28	자동차영업소
3	공사	16	보건소	29	주유소
4	공원	17	보험사	30	주차장
5	교육청	18	수협	31	중학교
6	교회	19	스포츠시설	32	증권사
7	구청	20	시청	33	천주교
8	극장	21	신협	34	청사
9	농협	22	약국	35	체육관
10	동사무소	23	우체국	36	초등학교
11	마사회	24	유치원	37	축협
12	마트	25	은행	38	학원
13	방송국	26	의료보험	39	호텔

표 4. 교통량 조사표

관측지점 : 계룡로네거리 서고네거리방향→갈마동방향

시간	차종	자가용	택시	버스		트럭		이륜차	계
				중형	대형	중형	대형		
07:00~08:00	252	40	1	9	2	4	4	312	
08:00~09:00	363	82	0	6	0	2	3	456	
12:00~13:00	295	36	0	1	0	2	6	340	
13:00~14:00	289	40	0	2	0	4	3	338	
17:00~18:00	413	72	3	5	1	6	3	503	
18:00~19:00	493	80	1	2	0	3	11	590	

서고네거리방향→유성방향(지하차도교통량 포함안됨)

시간	차종	자가용	택시	버스		트럭		이륜차	계
				중형	대형	중형	대형		
07:00~08:00	229	33	2	24	1	0	5	294	
08:00~09:00	234	37	2	25	1	1	4	304	
12:00~13:00	189	29	1	15	0	0	0	234	
13:00~14:00	181	25	0	21	0	0	0	227	
17:00~18:00	169	41	4	17	1	3	9	244	
18:00~19:00	273	50	4	19	1	3	12	362	

서고네거리방향→타임월드방향

시간	차종	자가용	택시	버스		트럭		이륜차	계
				중형	대형	중형	대형		
07:00~08:00	498	24	4	4	1	0	5	536	
08:00~09:00	510	36	3	8	2	2	5	566	
12:00~13:00	179	15	0	3	1	0	0	198	
13:00~14:00	160	9	0	4	0	0	0	173	
17:00~18:00	185	16	1	8	4	3	2	219	
18:00~19:00	269	40	1	6	2	2	3	323	

표 4. 계속

타임월드방향→서고네거리방향

시간	차종	자가용	택시	버스		트럭		이륜차	계
				중형	대형	중형	대형		
07:00~08:00	577	75	1	17	2	7	6	685	
08:00~09:00	656	87	4	11	7	0	8	773	
12:00~13:00	461	60	1	8	2	0	4	536	
13:00~14:00	409	62	0	6	4	0	3	484	
17:00~18:00	567	60	0	7	3	2	9	648	
18:00~19:00	512	78	1	8	4	2	11	616	

타임월드방향→갈마동방향

시간	차종	자가용	택시	버스		트럭		이륜차	계
				중형	대형	중형	대형		
07:00~08:00	684	121	0	7	0	9	1	822	
08:00~09:00	855	177	2	6	1	11	3	1055	
12:00~13:00	547	96	0	5	0	2	0	650	
13:00~14:00	544	85	2	6	2	0	0	639	
17:00~18:00	680	107	3	14	0	11	8	823	
18:00~19:00	985	133	0	6	1	18	29	1172	

타임월드방향→유성방향

시간	차종	자가용	택시	버스		트럭		이륜차	계
				중형	대형	중형	대형		
07:00~08:00	85	18	0	4	1	2	1	111	
08:00~09:00	73	10	1	8	0	5	2	99	
12:00~13:00	58	12	0	6	0	4	1	81	
13:00~14:00	54	20	0	4	0	2	0	80	
17:00~18:00	68	28	0	5	1	3	2	107	
18:00~19:00	64	15	0	6	0	0	1	86	

문산2동 은하수아파트 아파트	은하수아파트
문산2동 앞손아파트 아파트	앞손아파트
문산3동 경부투자기관	공사
문산3동 샘머리아파트 아파트	샘머리아파트
문산3동 동지아파트 아파트	동지아파트
문산3동 수정아파트 아파트	수정아파트
문산3동 잠나무아파트 아파트	잠나무아파트
문산3동907	교육기관
문산3동910	초등학교
문산3동911	초등학교
문산3동913	중학교
문산3동914	공사
문산3동915	공사
문산3동918	공사
문산3동917	수협
문산3동918	수협
문산3동919	은행
문산3동920	청사
문산3동921	청사
문산3동922	청사

그림 4. 지적 위치관련 구축 자료

시 기초자료로 사용할 목적으로 조사한 1998년 10. 12 ~ 1998. 11. 13일까지의 자료를 사용하였다. 이들 자료 중 대상 지역 내 자료를 취하여 데이터베이스 구축 및

분석에 필요한 속성자료로 변환하였다. 변환된 자료는 데이터베이스 시스템 마이크로소프트 어세스(Microsoft Access)에 별도의 키인(key-in) 없이 입력(Import)하여 사용하였으며, 시간대별·주요교차로별 혼잡을 피하기 위한 자료로 사용하였다. 표 4는 주요교차로 중에서 한 지점의 시간대별·주요교차로별 교통량 조사자료를 나타낸 것이다.<sup>5)</sup>

또한 그림 4는 지적위치 관련 구축된 데이터베이스의 구성을 나타낸 것이다.

#### 4. 도형·속성정보의 조합분석

##### 4.1 도형·속성정보의 조합

구축된 도형정보와 속성정보의 조합은 지번을 기본으로 이루어진다. 이렇게 조합된 데이터베이스에서 도형정보의 내용을 보면 위치분석을 위한 TM상의 좌표가 포함되어 있으며, 일반인에게 있어서는 좌표개념이 없이도 위치분석을 할 수 있도록 지번위치를 제공할 수 있도록 구성되어 있다. 또한 시스템의 사용의 편리성을 제공하기 위해서 도형정보와 속성정보의 조합을 지적중심으로 실행하였다. 이렇게 구축된 시스템은 지형공간정보체계에서 제공되는 주요 기능인 주제도 생성을 통한 조합·분석을 위해 사용될 수 있었다.<sup>7)</sup>

그림 5는 도형정보와 속성정보가 조합된 사항을 나타내고 판넬 상단의 중앙에 나타나는 메시지 박스는 TM 좌표를 나타내고 있어 지적정보의 속성 값을 이용하여 위치분석을 함에 있어서 좌표를 고려할 수 있다. 그리고 좌측의 범례는 마이크로스테이션(Microstation)에서 작업 분류하여 연결한 레이어를 나타내고 이 범례의 필요 레이어를 선택하여 필요한 분석을 할 수 있는 도형정보를

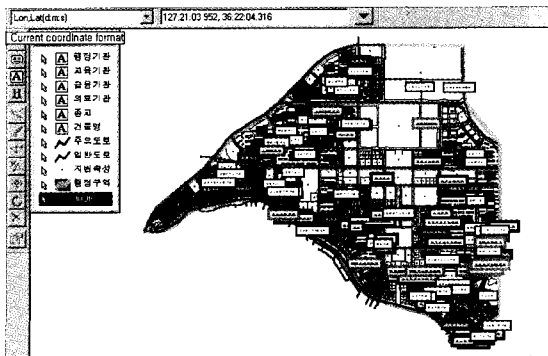


그림 5. 구축된 도형 및 속성정보의 표현

제공할 수 있다.

그림 6은 구축한 시스템 상에서 행정기관을 표시하기

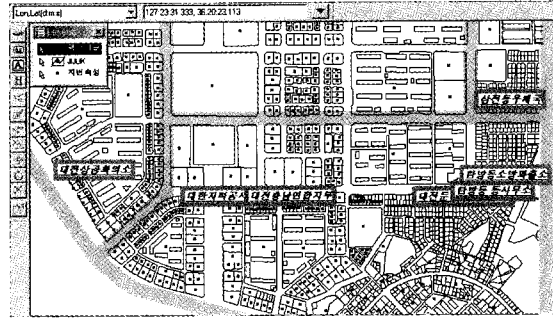


그림 6. 행정기관의 표시

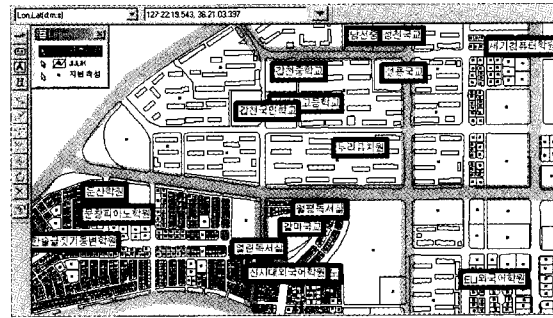


그림 7. 교육기관의 표시

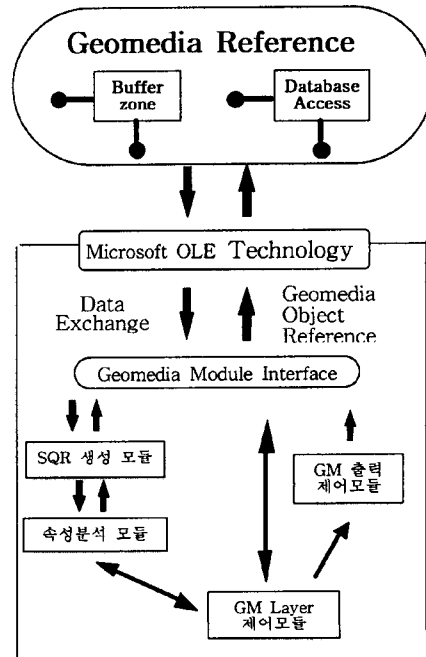


그림 8. 위치분석 컴퓨터 개발 참고도

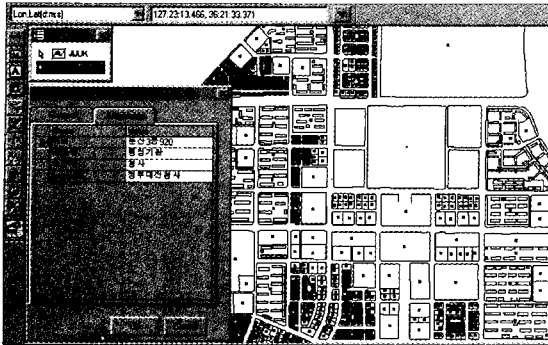


그림 9. 지적속성과의 결합

위해 행정기관만을 추출한 사항을 나타낸 것이다.

그림 7은 구축된 시스템에서 교육기관만을 추출한 사항을 나타낸 것이다.

#### 4.2 지적번지를 이용한 위치분석

지적번지를 이용한 위치분석 방법은 좌표개념이 없이도 위치분석이 가능하도록 구성하기 위한 것으로 각각의 대상물(feature)에 대해 지적번지를 기본으로 각각의 속성을 입력하였다. 또한 인터그래프사의 지오미디어 상에서 입력된 속성은 개발한 위치분석 분석 컴퍼넌트와 연결되어 지형정보체계의 개념이 없이도 위치 분석이 가능하도록 하였다. 위치분석 컴퍼넌트 개발에 대한 참고도는 그림 8과 같다.

위치분석 컴퍼넌트 폼의 형태는 속성입력 데이터베이스와 연결하기 위하여 지적번지를 기본키로 사용하였고 대분류, 소분류 그리고 지적번지 입력란으로 구성하여 현재의 위치와 목적지의 위치를 보다 편리하게 찾을 수 있었다. 또한 목적지 선정을 위해 속성테이블 중에서 필요한 속성을 선택하여 지적번지를 알아냄으로써 목적지 선정에도 편리한 기능을 제공할 수 있었다.

그림 9는 지적번지를 기본으로 하여 속성정보가 입력된 것을 나타낸 것이다.

그림 10은 연결된 컴퍼넌트를 이용하여 소분류의 공원 위치를 검색한 결과를 나타낸 것으로 패널 상에 붉은 점으로 표시되어진다.

그림 11은 컴퍼넌트 상에서 지적번지를 키인(key in) 하여 위치 분석한 결과를 나타낸 것으로 패널 상에 붉은 점으로 표시되어진다.

#### 4.3 교통량정보를 이용한 적정노선 선정

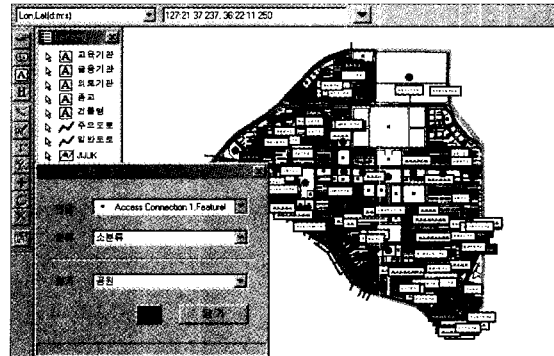


그림 10. 컴퍼넌트와 연결한 위치분석 (I)

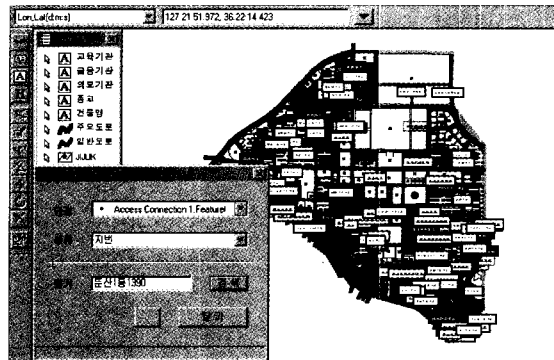


그림 11. 컴퍼넌트와 연결한 위치분석 (II)

표 5. 노선과 요소의 관계

요소	노선과의 관계	단위
교통량	반비례	대수/hr
도로의 길이	반비례	m
신호체계	방향의 표시	A-B or B-A

구축된 시스템 상에서 적정노선을 선정하기 위한 조건은 우선적으로 최단거리 노선을 기본으로 하여 주요교차로의 교통량을 시간대별로 파악하여 교통량이 많은 방향의 노선은 최단노선이라 하여도 실질적으로 목적지까지 도달하는 시간은 더 길어질 수 있으므로 최단노선이 설정되어 졌다고 하여도 적정노선은 될 수 없다. 그러므로 구축된 교통량 정보관련 데이터 베이스를 검색하여 최단거리와 교통량을 고려하여 선택된 노선이 적정노선이 될 수 있다.<sup>6)</sup>

적정노선을 선정하기 위한 요소(factor)는 목적에 따라 여러 가지가 사용되어질 수 있으며, 도로의 속도, 신호체계, 도로의 길이, 장애물, 도로의 차선 수 등이 이에

속한다. 이 요소 중 적정노선을 선정하기 위한 요소 (factor)는 시간대별 교통량, 도로의 길이 및 신호체계를 사용하였다. 각 요소의 적정노선선정을 위한 관계는 표 5와 같다.

다음의 분석은 구축된 시스템 상에서 지오미디어 네트 워크(Geomedia Network)의 모듈을 사용하여 위급한 환자가 발생하였을 경우를 가정하여 일반도로와 주도로를 검색하고 질의 분석을 통해 반경 5 km 이내의 종합병원을 검색한 후 최단 노선을 선정하고 교통량 자료를 고려하여 목적지까지의 적정노선을 선정한 결과를 나타낸 것

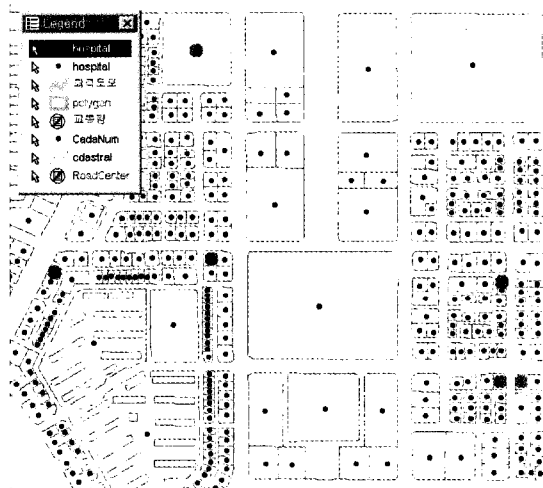


그림 12. 반경 5 km내의 병원 검색

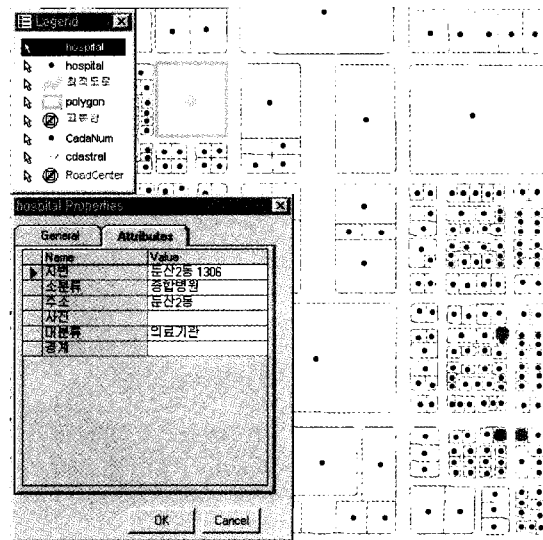


그림 13. 종합병원 위치와 현 위치의 검색

이다. 여기서 교통량 자료의 분석은 그림 15, 16, 17 및 18과 같이 최단 노선내의 주요 교차로의 교통량에 대한 분석결과를 바탕으로 한 것이다.

그림 12는 질의 분석을 통해 현 위치에서 반경 5 km 내의 병원을 검색한 결과를 나타낸 것이다.

그림 13은 의료기관 중에서 종합병원을 추출하여 현재

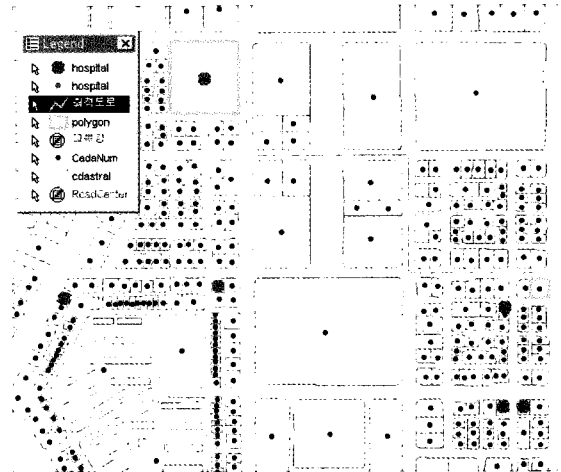


그림 14. 적정노선 선정

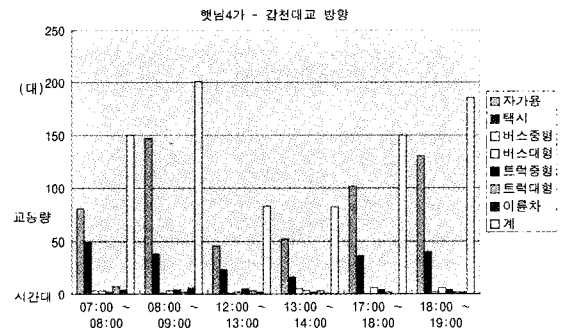


그림 15. 시간대별 교통변화량 I

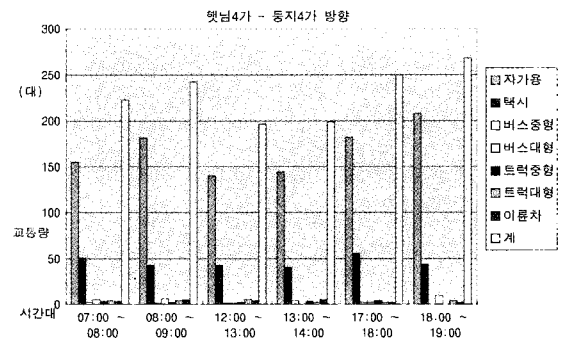


그림 16. 시간대별 교통변화량 II

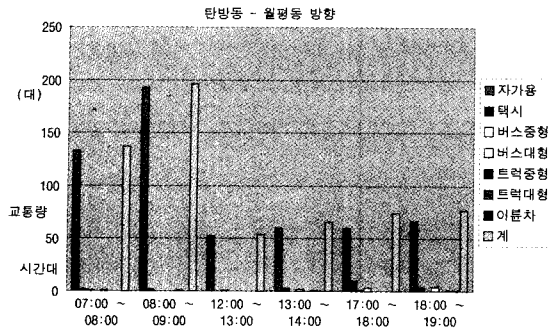


그림 17. 시간대별 교통변화량 III

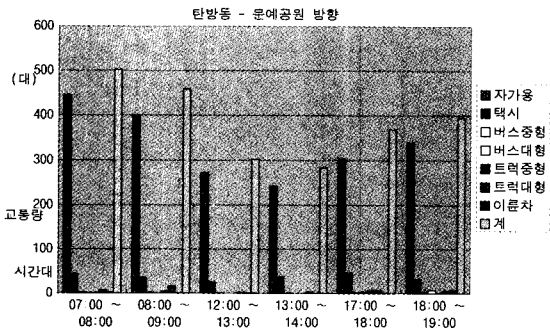


그림 18. 시간대별 교통변화량 IV

의 위치와 종합병원의 위치를 보여준 것이다.

그림 14는 최단노선 중에서 시간대별·교차로별 교통량을 고려한 적정노선을 나타낸 것이다.

그림 15와 그림 16을 비교하면 12:00~13:00사이에는 햇님4가-갑천대교 방향을 선택하는 것이 보다 효과적이었으며, 그림 17과 그림 18을 비교하면 12:00~13:00사이에는 탄방동-월평동 방향을 선택하는 것이 보다 효과적이었다.

## 5. 결 론

지능형 교통시스템을 위해 도형·속성정보를 통합하여 질의, 위치 및 통계 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 도형정보에 지적정보를 연계시켜 활용함으로써 목적지까지의 위치정보를 효율적으로 제공할 수 있었다.
2. 지형정보체계의 활용을 극대화하기 위해 위치분석 컴퍼넌트를 개발하여 도형정보와 속성정보가 조합된 데이터베이스에 연결함으로써 보다 효과적인 분석을 수행

할 수 있었다.

3. 위치정보와 시간대별 교통량을 이용하여 사용자의 요구에 맞는 적정노선을 선정할 수 있었다.

4. 향후 실시간 위치정보와 교통정보를 연계한 연구가 이루어진다면 실시간 지능형 교통시스템에 그 효율성이 증대될 것으로 기대된다.

## 참고문헌

1. 홍상기, 신동빈, “국가공간정보기반 구축방안 연구,” 국토개발연구원, 1998.
2. 박대욱, “수치지형도와 지적필지정보의 연계를 위한 중첩정확도 분석,” 충남대학교 석사학위 논문, 1998.
3. 건설교통부, “전자지도시스템 연구,” 1996.
4. 김영규 외 6인, “1/5000수치지형도 제작사업 백서,” 국토개발연구원, 1998.
5. 대전광역시 교통정책과 “98 교통량 조사,” 1999.
6. 건설교통부, “교통정보 수집·관리·전달 시스템연구,” 1996.
7. Intergraph, “GEOMEDIA - Application Customization and Development Workshop”, 1997.
8. Michael F. Goodchild and Gary J. Hunter, “A simple positional accuracy measure for linear features,” IJGIS, Vol. 11, No. 3, 1997, pp. 299-306.
9. David A. Bennett, “A framework for the integration of geographical information systems and modelbase management,” IJGIS Vol. 11, No. 3, 1997, pp. 337-357.
10. M. Goodchild, R. Haining, S. Wise and 12 others “Integrating GIS and spatial data analysis; problems and possibility,” IJGIS, Vol. 6, No. 5, 1992, pp. 407-423.
11. A. Y. Tang, T. M. Adams and E. Lynn Usery, “A spatial data model design for feature based geographical information systems,” IJGIS, Vol. 10, No. 5, 1996, pp. 643-659.
12. Wim, G. M., Knaap, Van Der, “The Vector to Conversion:(mis) use in Geographical Information Systems,” Int. J. Geographical Information Systems, Vol. 6, No. 2, 1992, pp. 159-170.
13. Demmin Xion, Stephen R. Gordon. “Modelling the spatial data requirement for intelligent Vehicle highway systems,” GIS/LIS, 1994, pp. 833-842.
14. Zhong-Ren Peng, Jonathan N. Groff and Kenneth J. Dueker “An Enterprise GIS Database Design for Agency-Wide Transit Applications,” URISA, Vol. 10, No. 2, 1998, pp. 46-55.