

# 부산시 교통정보의 지리정보시스템 활용방안

○김미령\*, 배성일\*\*, 최병하\*\*\*

## 1. 서론

부산시는 교통종합대책의 일환으로 교통혼잡완화를 위한 도시 철도, 버스, 택시, 승용차간의 효율적인 연계환승을 할 수 있는 교통수단간 환승센터 기본 설계 과업을 수행중에 있다.

이를 계기로 각종 계획수립 및 의사결정등에 있어서 개별적인 자료들을 체계화하여 교통정책의 수립 및 결정, 교통시설 투자의 타당성 및 효과분석 등에 활용될 수 있도록 지리정보시스템(Geographic Information System)을 도입한 교통정보시스템을 구축해본 것이다.

## 2. 교통정보 시스템의 개념

일반적으로 교통계획은 그대상지역을 광범위하게 포함하는 막대한 양의 자료를 수집, 분석하기 위하여 오래전부터 컴퓨터를 사용해 왔지만 현재까지는 비공간적 자료의 분석을 통하여 한정된 목적으로만 사용해 왔다.

그러나 교통관련자료는 공간적인 자료인 도시기본도(행정구역, 주요한시설물, 지형, 도로), 기간시설도 및 지하철, 가로, 버스 등의 Network와 비공간적인 자료인 사회경제자료, 토지이용 현황등 관련속성자료는 밀접한 관계를 가지고 있다.

최근 국내는 이러한 공간적, 비공간적 자료를 국가차원의 지리데이터베이스로 통합관리하는 도시정보시스템의 구축을 가속화하고 있다. 이와 궤를 같이하여 교통계획은 중요한 각종 계획수립 및 의사결정 등에 있어서 도시정보시스템의 하나로 구축되어야할 분야이다.

본 시스템은 교통분야의 일부분을 지리정보시스템과 연관하여 교통정보시스템을 시범구축한 것이며, 다음과 같은 기능을 갖는다.

---

\* (주) 유니씨시스템코리아 개발이사

\*\* (주) 유신설계공단 이사 (교통)

\*\*\* (주) 유니씨시스템코리아 개발부

- 공간분석
- 통행발생 및 분포
- 버스 Routing 작성 및 분석
- 통행량 산정
- 최단경로 선택
- 대중교통분석(Transit Analysis)
- 가로망 분석(Highway Analysis)
- 토지이용현황 및 지가산정

## 1) 공간분석(Spatial Analysis)

Zone 및 교통체계상의 특성을 파악하고, 이들 문제점을 검토·분석하여 교통계획상 대안설정 및 그 평가작업에 활용하기 위하여 공간상에서 각종 활동체계를 분석하는 것이다.

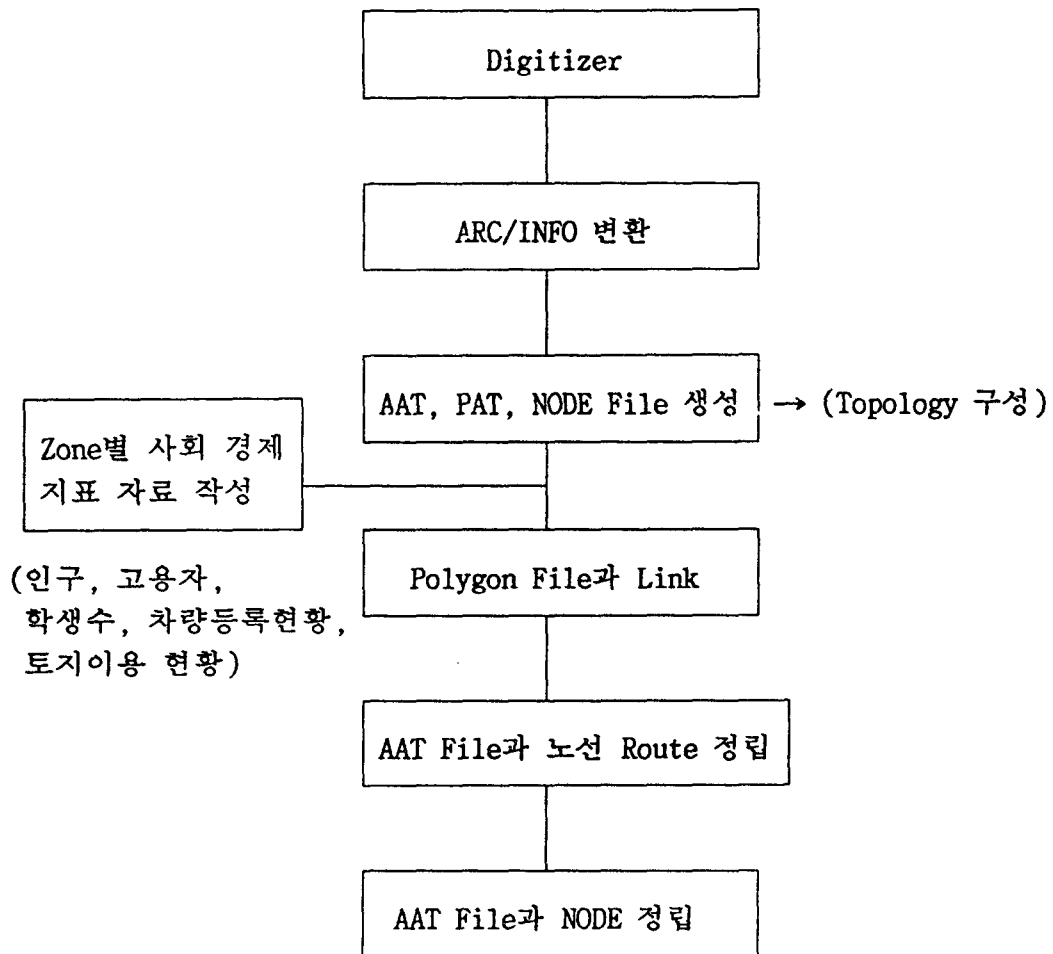
### ① Zone 구분

각 지역의 교통 특성을 파악하기 위하여 동질성을 기준으로 성격이 비슷한 지역으로 Group화 한것을 Traffic Zone이라고 한다.

본 시스템은 Zone의 최소단위로서 행정동을 기준으로 하여 67개 Zone으로 구분하였다. 이러한 Zone 구분은 기존의 O-D 자료를 활용한다는 것을 전제로 하였으며 따라서, 교통개발연구원 및 동아대학교에서의 Zone 구분내역을 참조하였다.

또한 이러한 小준을 Group화 하여 행정구별로 大준을 설정하였다.

② Network의 Topology 구성



## 2) 통행발생 및 분포(Trip generation and distribution)

통행발생은 각 존의 통행유출량과 통행유입량을 각종 사회·경제 지표와 통행특성들을 근거로 하여 산출된다.

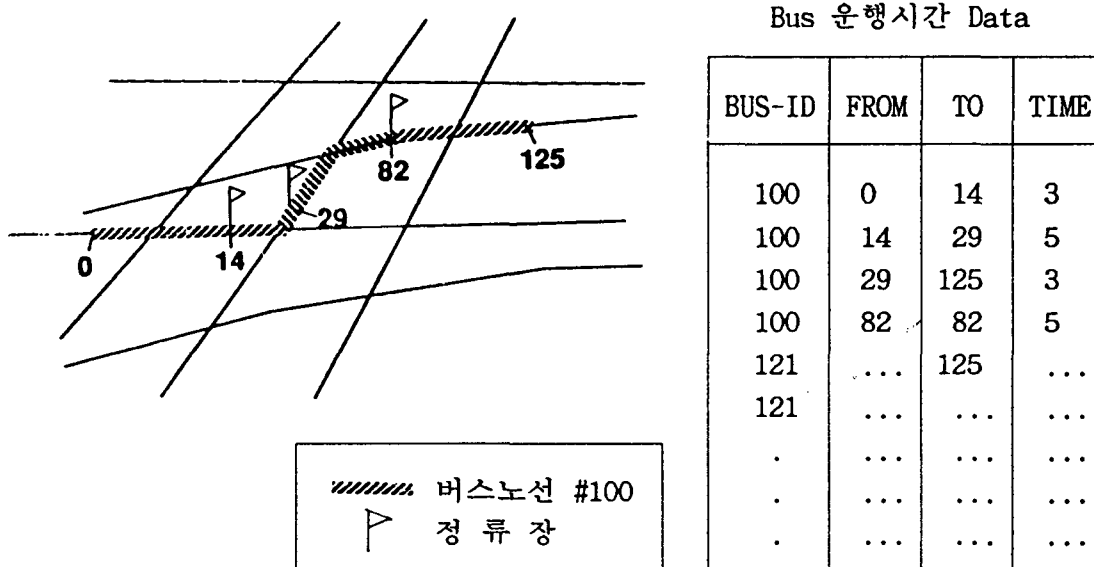
통행분포는 통행발생량의 Zone간 통행량을 의미하며 가구설문, 노상설문 등을 통하여 현재의 통행분포 상태가 산출된다. 이처럼 조사를 기반으로 하는 현재의 통행발생량과 통행분포량으로 부터 장래의 통행수요를 예측하는 데는 여러가지 분석방법을 사용한다.

본 시스템에서는 교통개발연구원에서 이미작성한 총 O-D 통행량을 기준으로하되 동아대학교에서 작성한 총 O-D 통행량으로 일부 보완하였다.

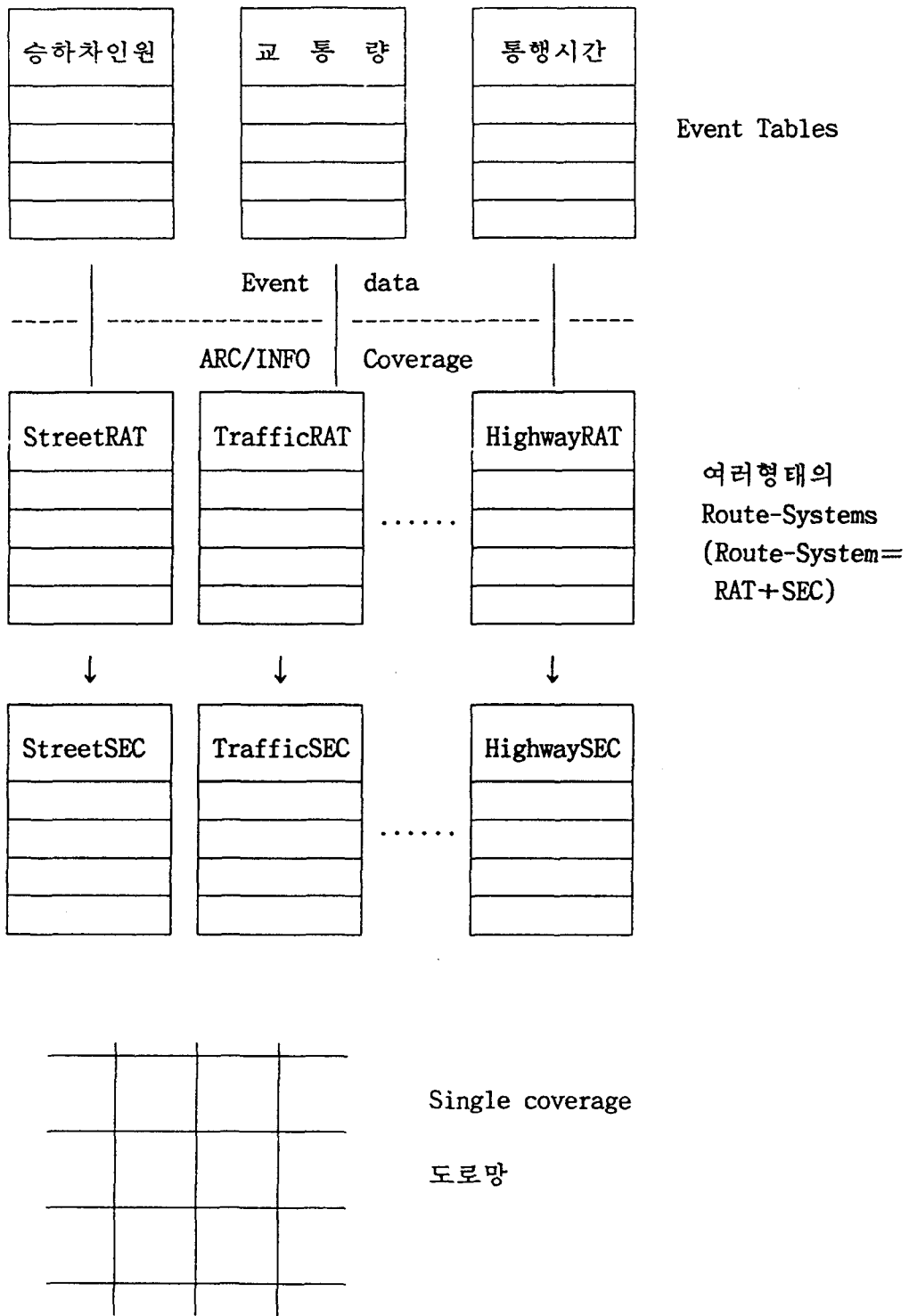
## 3) Bus Routing 작성 및 분석

Network 상에서 가로망, 버스노선망 및 지하철 등의 Path를 생성하는데 Dynamic Segment 개념을 도입하여 시종점 사이의 역간거리, 인접역과의 관계를 정립, 전체의 선형을 수정하지 않고 저장, 질의, 분석, 출력 등을 할 수 있도록 Route System을 작성한다.

다음은 한 Route의 4 Section을 가진 Dynamic Segment의 실례로서, <그림 1>은 Route-System 이며, <그림 2>는 도로망과 교통관련 자료와의 관계를 설명한 것이다.



<그림 1> 버스노선 #100에 대한 정류장간의 Route-System



<그림 2> 교통관련 자료와 Route-System과의 관계

#### 4) 대중교통 분석(Transit Analysis)

Route를 따라 이동하는 대량수송체계인 버스와 지하철의 이동상태를 분석한다. 입력자료는 Line data 와 Link data가 필요하다.

Line data는 분석대상 지역에서 운행되고 있는 수단들의 노선에 관한 자료로서 주로 노선번호, 배차간격, 역번호 등이며, 역번호는 그 노선에 따라서 진행순서대로 입력한다.

Link data는 존 중심(Centroid)에서 분석대상 Network 상의 역(Node)에 연결하여 그거리와 역까지 가는데 사용되는 수단(Mode)과 속도, 또는 비용을 입력한다.

##### ① 입력자료

###### 가. Transit Network 구성

부산시의 대중교통수단으로는 현재 160여개 정도의 버스노선과 1개의 지하철이 운행되고 있다. 이 중에서 분석대상 노선은 버스 노선 44, 100, 140, 141, 351과 지하철 1호선 노포역-서대신역 구간이며 <그림 2>와 같다.

갈아타는 역에서의 역번호는 2개 이상 사용될 수 있다. 두개의 노선에서 승환이 이루어지면 Node 번호는 2개이며, 3개 노선의 승환은 3개의 Node 번호가 필요하다.



<그림 2> 부산시 Transit Network

## ② 출력자료 분석

### 가. 최단경로(Minimum Path)

대중교통망에서 선택된 두지점 즉 출발지점과 도착지점 사이에 걸쳐있는 모든경로는 운행시간에 의하여 계산하며 시간이 가장 적게 걸리는 구간을 선택한다.

부가적으로 사용자의 선택에 따라 Cost를 반영할 수도 있다. 이때 갈아타는 역일 경우 승환시 걸리는 대기시간이 계산된다. 결과로서 그 구간을 지나가는 각각의 버스번호 및 역명 등을 알 수 있다.

### 나. Transit Load

부하된 대중교통망으로 부터 배정된 승객량을 산출하는 것으로 선택된 최단경로에 대해 양 방향 역간 승차인원(Volume)을 표시한다. 물론 각 정류장의 승환승객도 계산이 가능하다.

## 5) 가로망 분석(Highway Analysis)

가로망 Network를 구성하는 기본자료로서 Zone, Node, Link는 꼭 필요한 입력자료이며, 실제 통행상태를 나타내기 위하여 통행규제 Data(Turn Table)를 입력할 수도 있다. <그림 3>은 부산시의 Highway Network이다.



<그림 3> 부산시 Highway Network

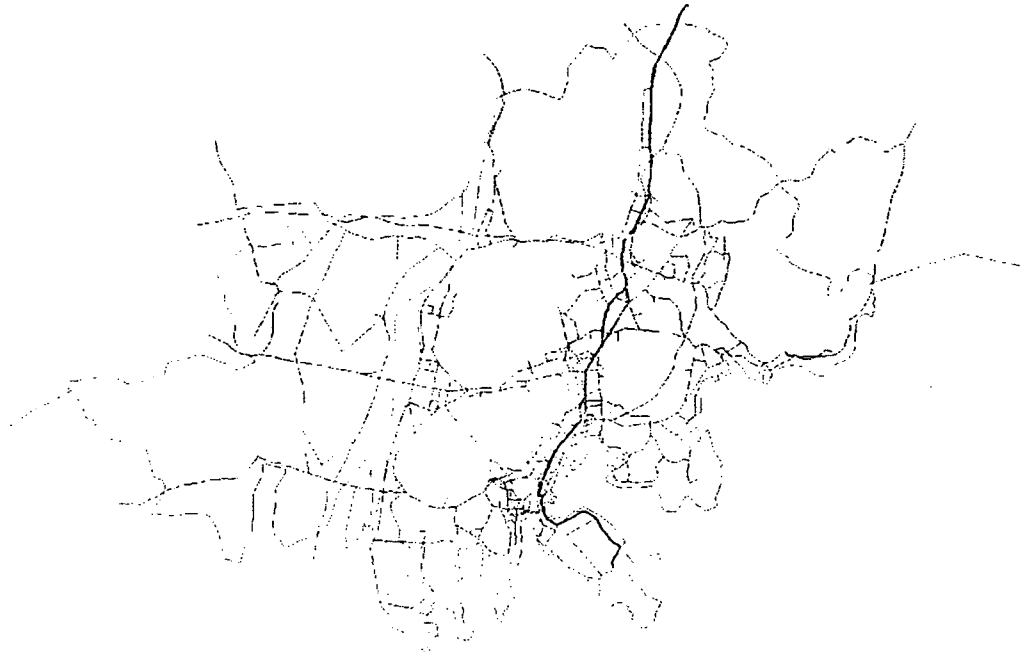
① 최단경로 탐색

Network에서 거리, Time 또는 비용등을 저항값(Impedance)으로 하여 주어진 시종점에 의한 최단경로를 추적하게 된다.

본 시스템에서 사용한 ARC/INFO는 직진 및 우회전보다 좌회전에 더 높은 Impedance 값을 부여하고 회전금지(Turn Prohibitor)등의 교차로 특성을 반영한 Turn Impedance를 사용할 수 있는 기능이 있지만 자료상의 한계로 본 교통정보시스템에서는 Node와 Node의 통행시간만 의존하여 최단경로를 탐색하바 <그림 4>는 선택된 최단경로 결과이다.

| Situation         | Representation | Turntable | 0 = No Impedance |      |       |                          |    |
|-------------------|----------------|-----------|------------------|------|-------|--------------------------|----|
|                   |                |           | -1 = No Turn     |      |       |                          |    |
|                   |                |           | FROM             | TO   | ANGLE | TIME IMPEDANCE (seconds) |    |
|                   |                |           | NODE#            | ARC# | ARC#  |                          |    |
| U-Turn<br>        |                |           | 20               | 6    | 6     | 180                      | 20 |
| Stop sign<br>     |                |           | 20               | 6    | 7     | 0                        | 15 |
|                   |                |           | 20               | 6    | 8     | 90                       | 10 |
|                   |                |           | 20               | 6    | 9     | -90                      | 10 |
| No Right Turn<br> |                |           | 20               | 6    | 9     | -90                      | -1 |
|                   |                |           | 20               | 6    | 7     | 0                        | 5  |
|                   |                |           | 20               | 6    | 8     | 90                       | 10 |

교차로 특성을 반영한 Turn Impedance



<그림 4> 최단경로 선택

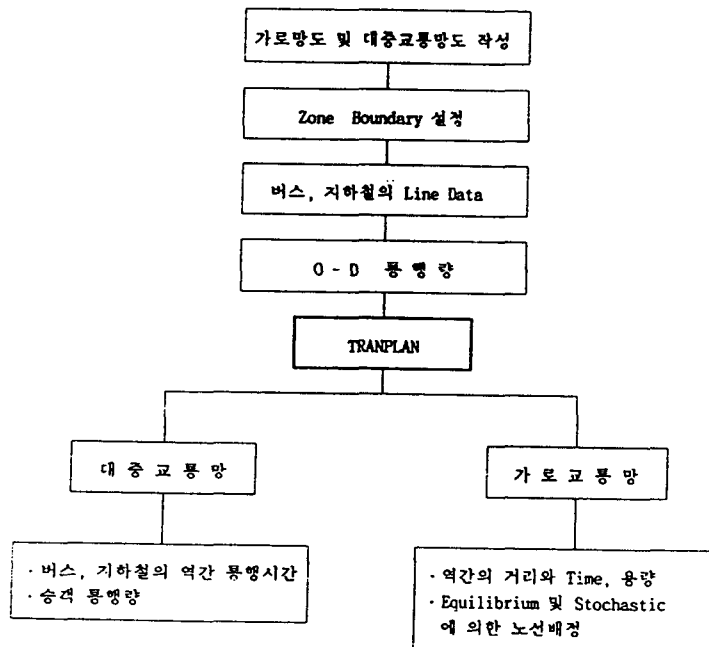


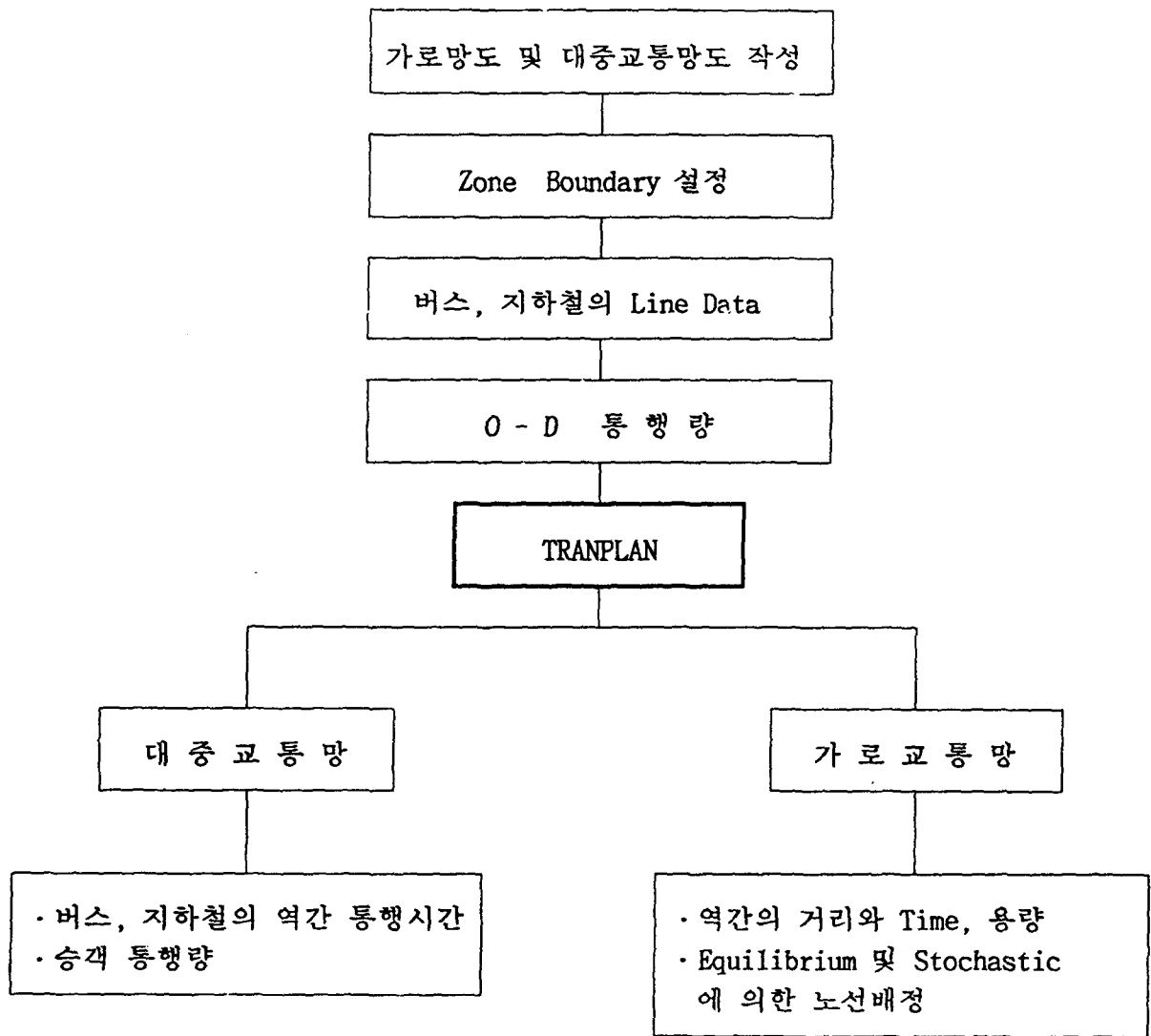
② 노선배정

통행예측의 최종단계로서 산출된 교통량을 Network상에 배정하는 과정이며 구간별 교통량과 교차로에서의 방향별 회전통행량을 구체적으로 추정하는 것이다.

노선배정 방법은 All - or - Nothing, Restraint Loading, Incremental Loading, Equilibrium Loading, Stochastic Loading 등이 있는데, 이중에서 Equilibrium Loading과 Stochastic Loading 노선배정 방법이 가장 현실성이 있다고 인정되므로 본 시스템에서는 이 두 배정방법을 사용하였다.

본 시스템은 노선배정 결과를 산정하기 위하여 이부분에 TRANPLAN S/W를 이용하였다. TRANPLAN은 교통계획 전용 Package로서 대규모 교통관련 자료를 소형 컴퓨터(PC 등)에서도 손쉽게 처리할 수 있도록 되어 있으며 크게 대중교통(Transit)과 가로교통(Highway)으로 구분하여 분석할 수 있도록 되어 있다. 기능별로 보면 통행발생, 통행분포 및 수단선택, 가로망구성, 최단경로 선택, 노선배정, Trip Table 등의 행렬조작, 결과 출력 등으로 구성되어 있다. 본 시스템은 교통 분석을 하기위하여 대중교통 및 가로망 교통의 노선배정에 TRANPLAN을 사용하여 대중교통의 역간 승객 통행량(Volume)과 가로망 노선배정의 최종결과치를 산정하였으며, ARC/INFO Relatinal Database에 의해 도형화하여 최종적으로 표현된다.





### 3. GIS 분석

지리정보시스템의 이용은 지구상의 정확한 위치와 관련된 정보의 파악을 유용하게 한다. 그러므로 지리정보시스템을 통하여 앞서 조사·분석한 여러가지 자료들을 도형정보와 비도형 정보로 분류, 체계화하여 지리적인 위치를 기준으로 이들 두개의 DB를 연계하여 사용할 수 있도록 하였다.

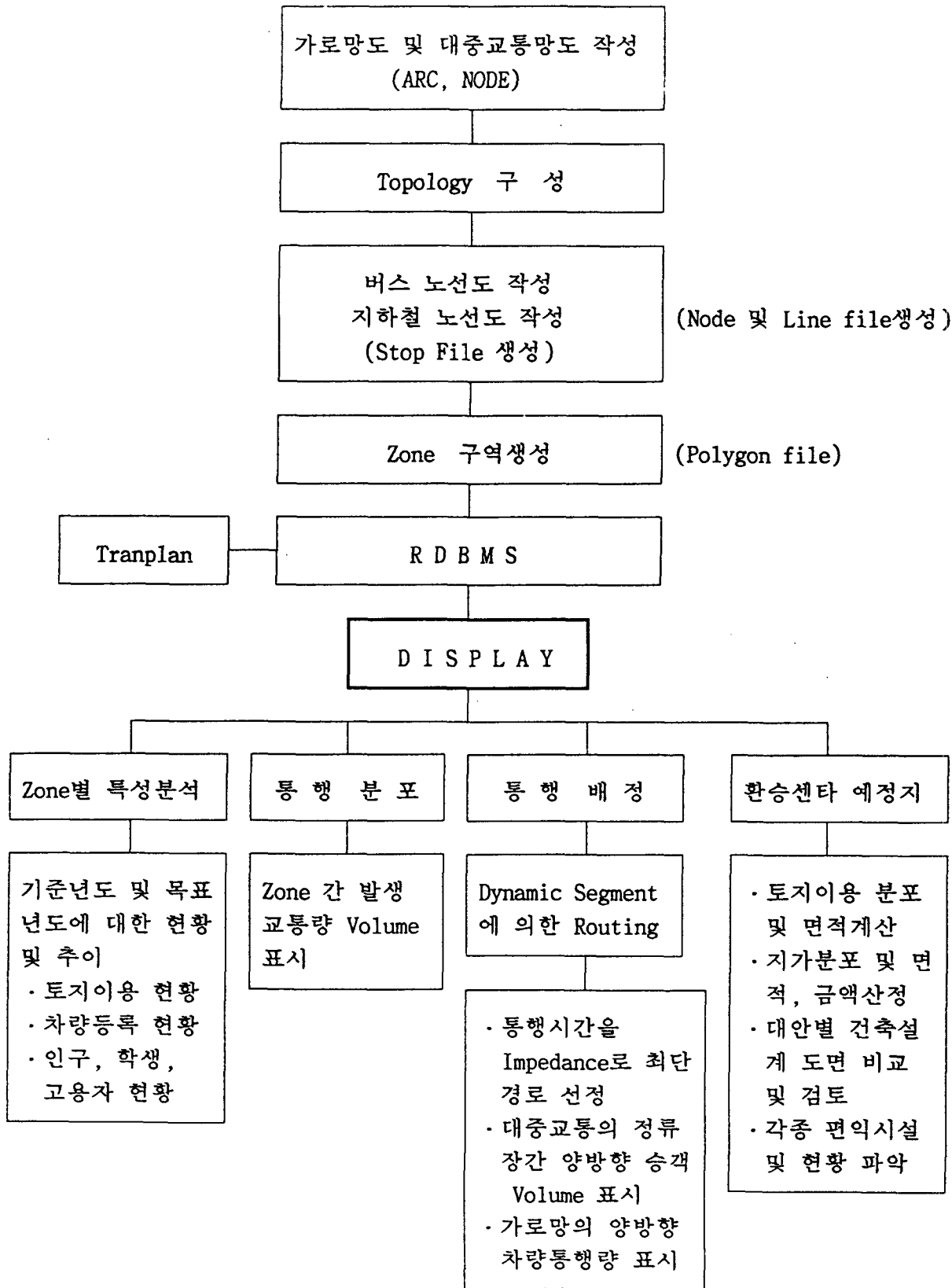
본 시스템은 부산시의 지형분석을 위하여 기본도 1:50,000 지형을 사용하였으며, 교통관련 지형·지물을 중심으로 행정구역, 도로망, 버스노선망, 지하철망, 버스터미널, 환승센터 외 주요시설물의 자료들을 구축하였다.

특히 노선망 구축은 ARC와 NODE가 정확히 정립되어 있어야 하기 때문에 가장 많은 어려움과 시간을 소요했던 작업과정이었다.

또한 교통계획의 기본구역인 Zone과 같은 공간데이터 작성을 위해서 Polygon을 만들어 인구분포, 토지분포, 고용자분포 현황 및 지역적인 변화추이 등을 분석하는데 사용하였다. 이들의 모든정보는 지리정보시스템에 의해 위상관계(Topology)가 자동적으로 정립되어 네트워크 분석, 최단경로 선택, 다각형 분해 및 결합, 중첩연산 등 공간정보 분석을 잘 감당할 수 있도록 DB가 설계되었다.

또한 TRANPLAN에 의해서 생성된 결과물은 ARC/INFO의 RDBMS Tool인 INFO에 저장되어 영상출력 및 도면작성시 분석자료로 사용된다.

<그림 5>는 GIS 분석의 과정을 나타낸 것이다.



#### 4. 부산시 GIS 교통정보시스템 응용 예

- 화면 1 토지이용 현황  
기준년도 1991년 Zone(구)별 토지이용 현황을 백분율로 나타낸 것이다.
- 화면 2 년도별 인구분포  
년도별로 지역간의 인구변화, 년도별 인구현황과 변화 예측을 Zone별로 표시한다.
- 화면 3 통행분포  
통행발생지를 중심으로 목적지까지의 교통 통행량을 표시한다.
- 화면 4 대중교통수단의 최단경로 선택  
버스노선 44, 100, 140, 141, 351과 지하철 1호선으로 이루어진 노선망에서 임의의 두지점간의 선택된 최단경로를 나타낸다.
- 화면 5 대중교통수단의 통행배정  
최단경로로 따라 부하된 승차인원을 역간, 양방향으로 표시한다.
- 화면 6 가로망 Network의 통행배정 1  
Equilibrium Loading에 의한 차량통행을 양방향으로 표시한 것이다. 교통체증이 심한지역을 쉽게 파악할 수 있으며 도면의 중첩에 의하여 원인분석도 가능하게 한다.
- 화면 7 가로망 Network의 통행배정 2  
Stochastic Loading에 의한 통행배정

## 5. 맺 은 말

본 시스템은 부산시 의 장기적인 교통정비 기본계획, 중·단기적인 교통종합 대책 등 교통망 체계의 개선을 위한 분석과정에 지리정보시스템을 활용하면 현재에 비하여 획기적인 효과를 가려올 수 있는 교통 정보시스템이 되겠다고 사료되어 시범시스템을 구축해 본 것이다. 따라서 충분한 시간도 없었고 많은 자료를 바탕으로한 시스템을 구축하지 못하였기 때문에 아직은 미흡한 프로그램이지만 계속해서 자료(Data)를 추가하여 통행발생, 통행분포, 수단분담, 노선배정의 기본 4단계 분석과 가로교통 및 대중교통 분석 등 작은 지역범위 내에서의 교통개선 사업효과를 제대로 분석할 수 있는 교통정보시스템을 구축할 예정이다.

또한 통행시간, 비용등과 교차로일 경우 신호특성에 따른 조건을 감안하여 현실성있는 Data base를 구축·보완시킬 예정이다.

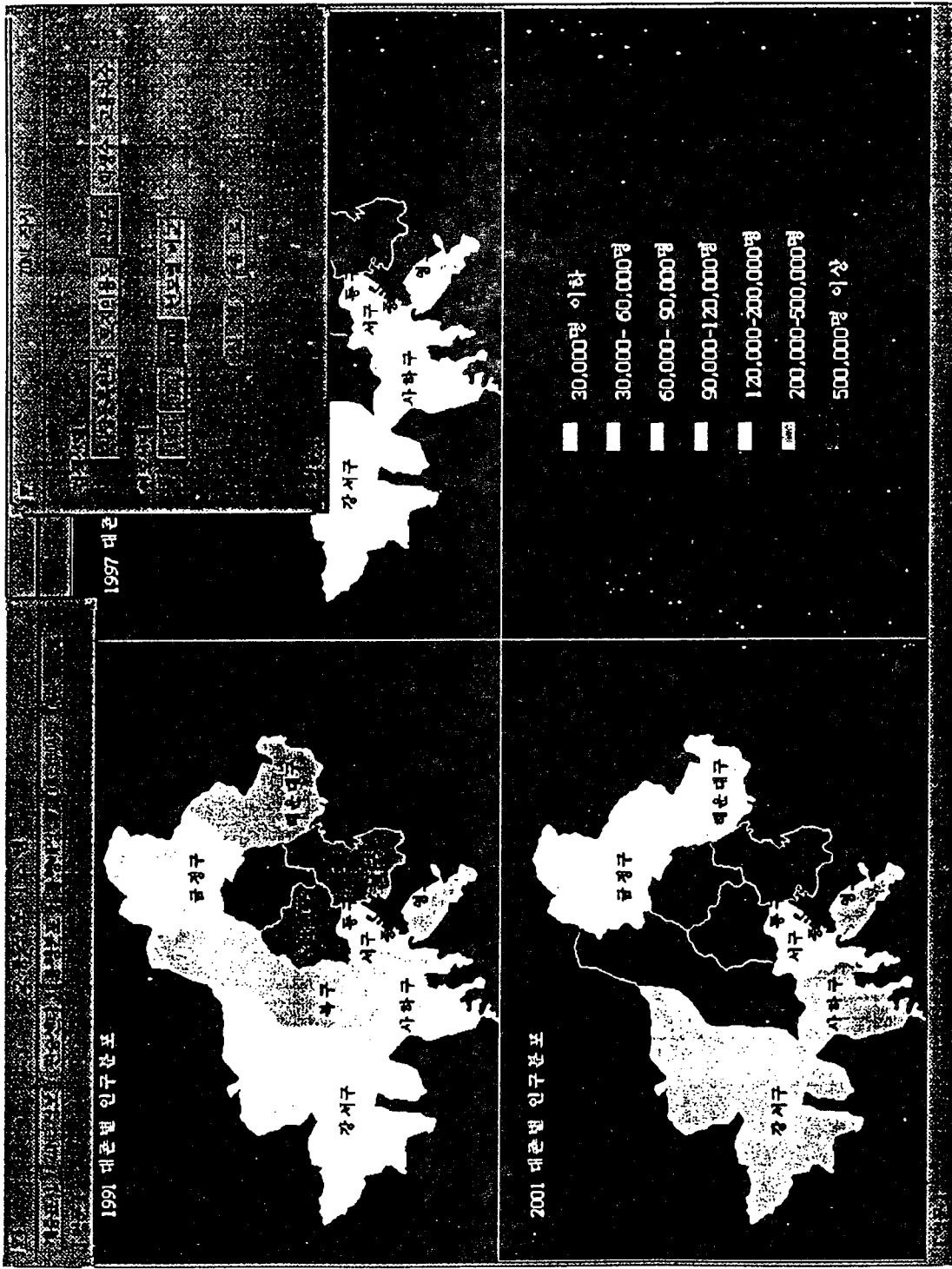
## <참고 문헌>

1. TRANS CAD의 Demo Diskette, 교통분야의 GIS
2. 최기주, The Implementation of an integrated Transportation planning model with GIS and Expert systems for interactive transportation planning, 박사논문, 1992
3. GIS world, GIS applications benefit from census Transportation planning data, HOWARD J.SIMKOWITZ, 4월호, 1993, P38~40
4. TRANPLAN user manual, DELEUW CATHER, VER 7.0

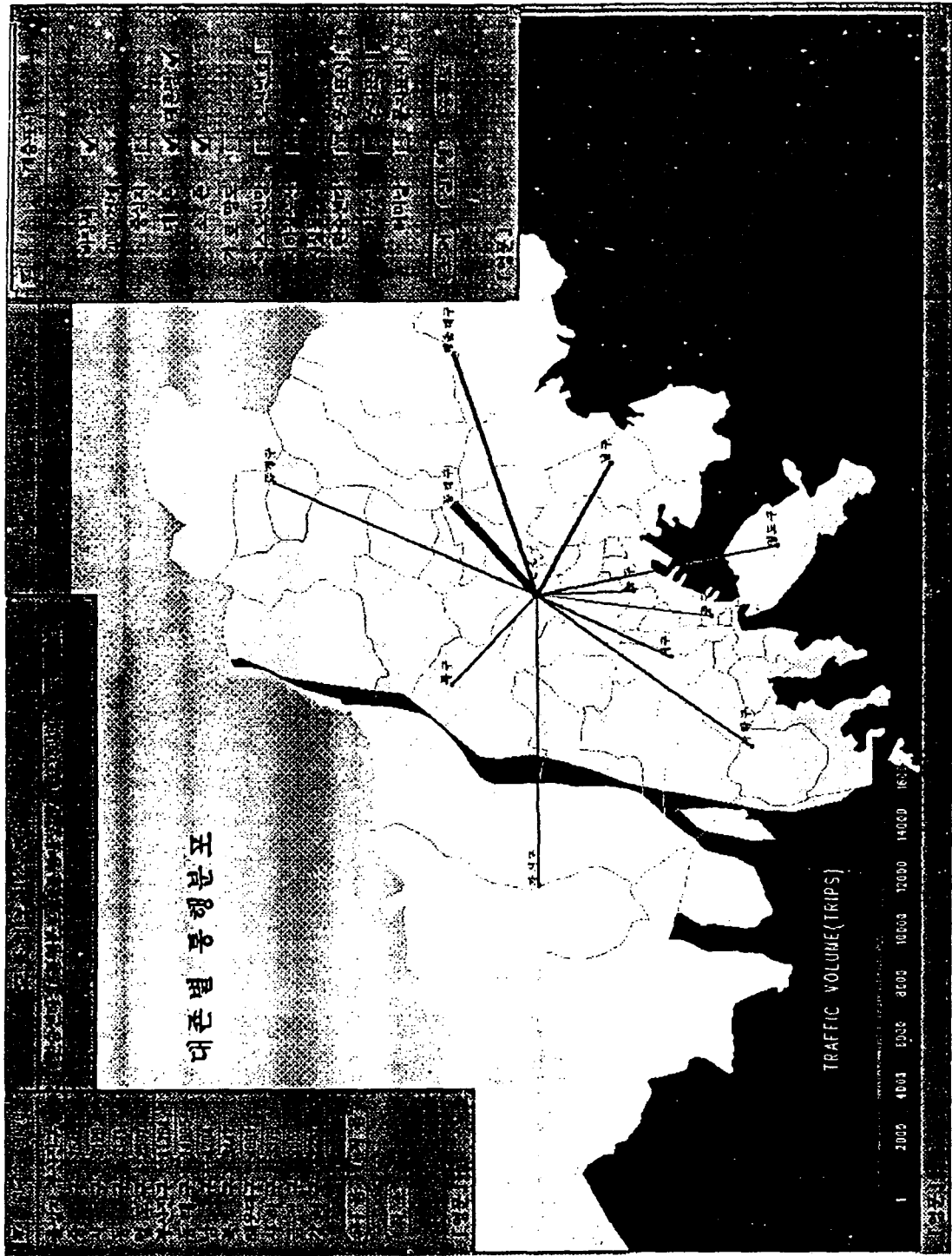


〈화면 1〉 토지이용현황

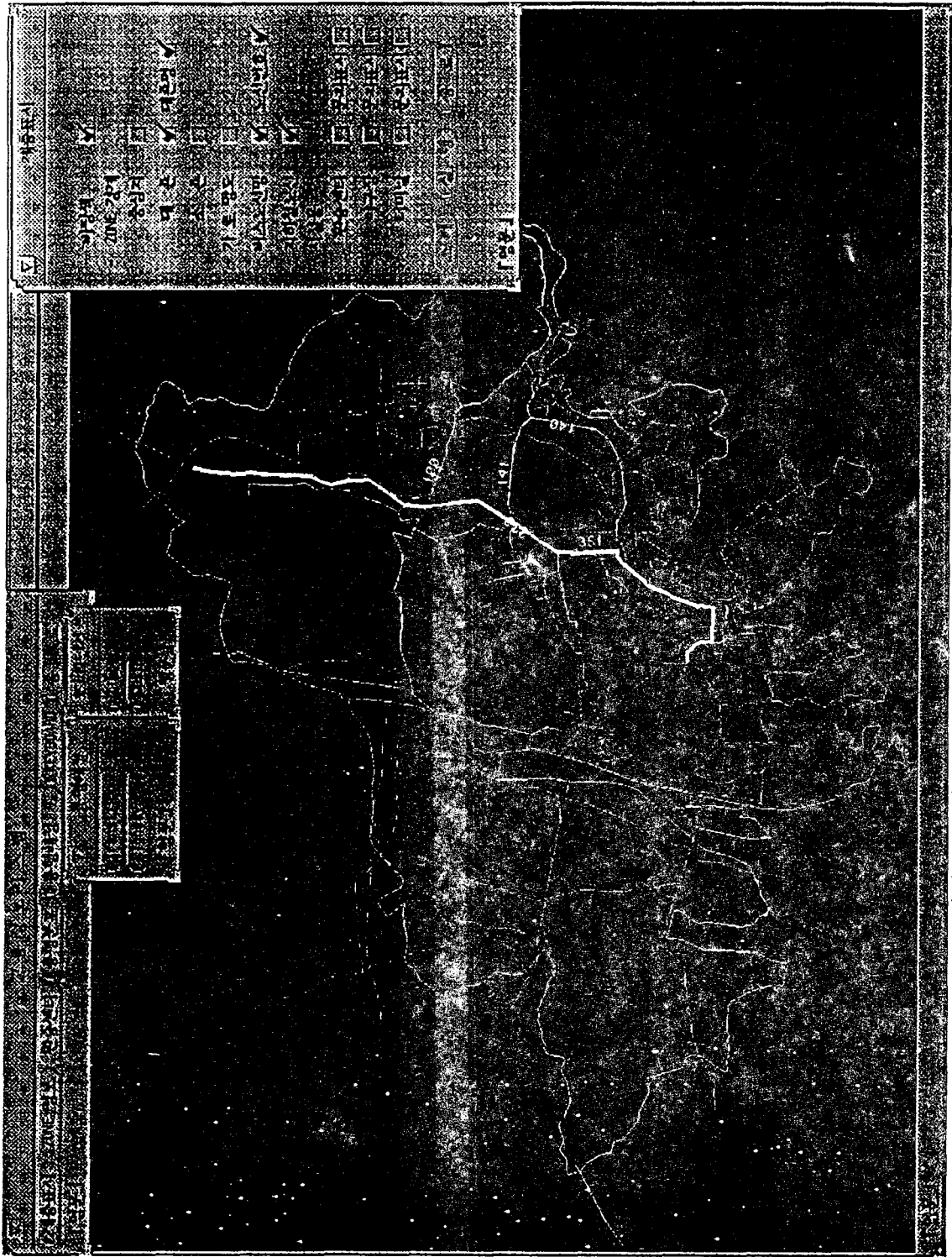




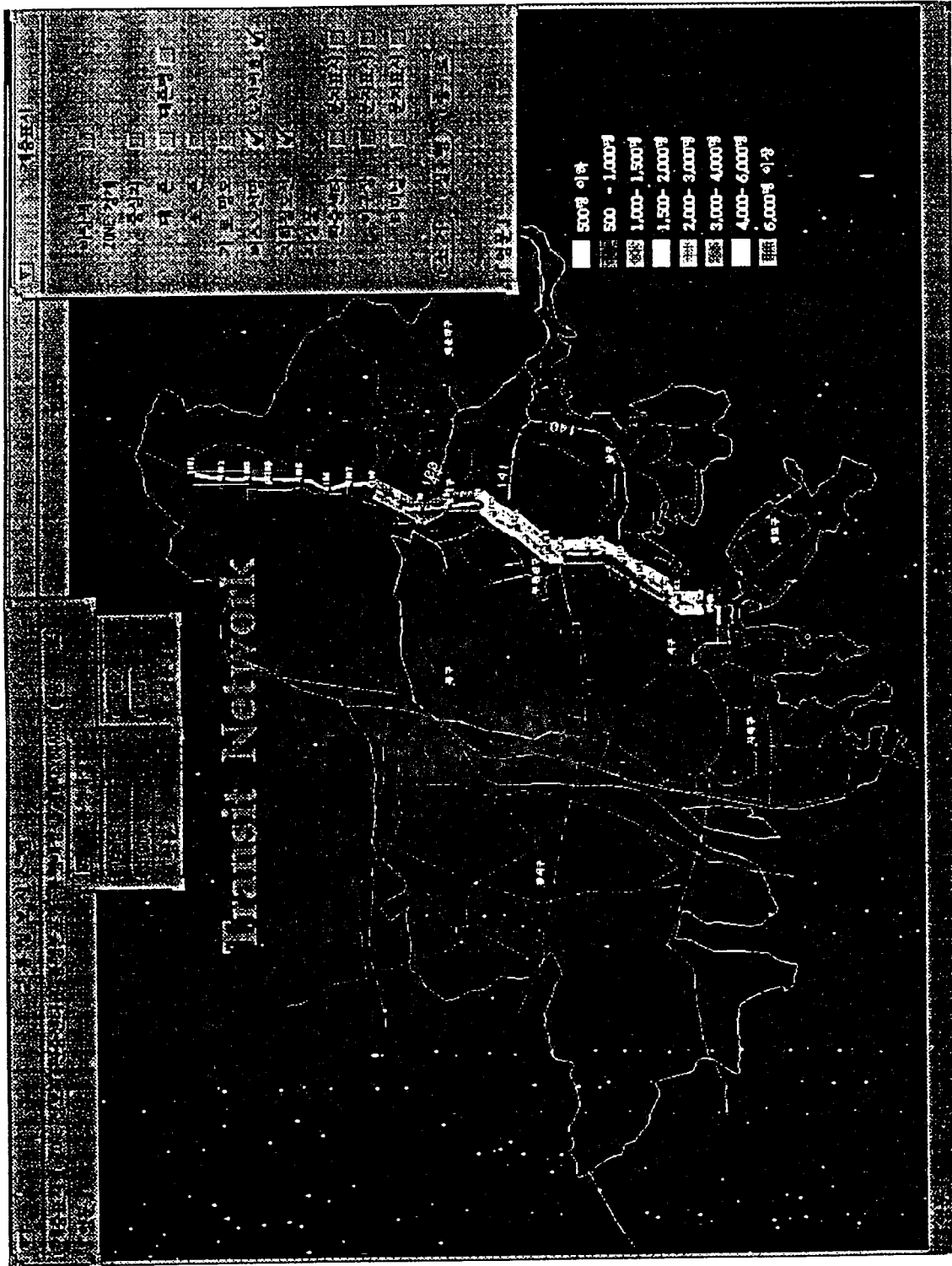
〈화면 2〉 년도별 인구분포



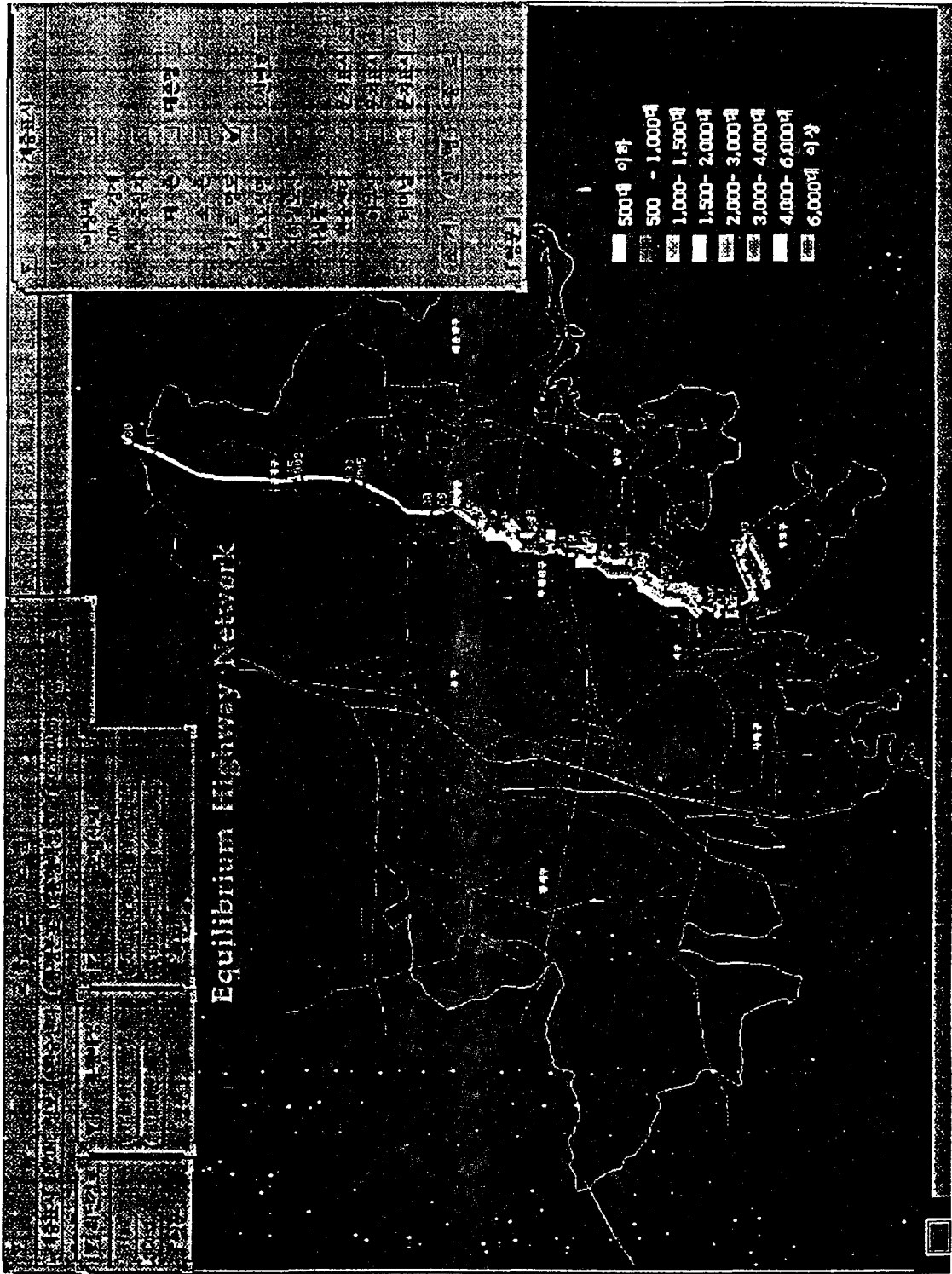
〈화면 3〉 대중교통 이용권도



〈화면 4〉 대중교통수단의 최단경로 선택



<화면 5> 대중교통수단의 통행배정



<화면 6> 가로망 Network의 통행배정 1

