

항법용 수치지도의
국내외 현황과 연구 과제

아주대학교 교통공학과
교수 최 기 주

항법용 수치지도의 국내외 현황과 연구 과제

아주대학교 교통공학과 교수 최 기 주

목 차

-
- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. 서 론 | 4. 항법용 수치지도의 연구 과제 |
| 2. 항법용 수치지도의 필요성 | 4.1 항법용 수치지도의 표준화 |
| 2.1 항법용 수치지도의 개념 | 4.2 항법용 수치지도를 위한
데이터베이스 구성 |
| 2.2 일반 수치지도와
항법용 수치지도의 차이점 | 4.3 항법용 수치지도의 활용 |
| 3. 항법용 수치지도의 국내외 현황 | 5. 결 론 |
| 3.1 외국의 항법용 수치지도 현황 | |
| 3.2 국내의 항법용 수치지도 현황 | |
-

1. 서 론

항법용 수치지도¹⁾는 차량내 항법시스템(In-Vehicle Navigation System)과 차량추적시스템(Vehicle Tracking System), 첨단교통운영시스템(ATMS: Advanced Traffic Management System) 등 첨단도로교통체계(ITS: Intelligent Transportation Systems)의 광범위한 분야에서 기초적으로 활용되고 있는 중요한 구성 요소이다.

항법용 수치지도는 ITS라는 거대한 인프라스트럭처(Infrastructure)²⁾ 내에서 제공되는 각종의 정보와 서비스를 전달하고 제공받기 위해서 중심이 되는 중간 매체로서 중요한 위치에 있기 때문에 국내 뿐만 아니라 선진 외국에서도 이에 대한 다양한 연구와 Base-map의 구축 및 유지관리에 많은 비용과 시간을 투자해 오고 있다.

1980년대 후반 국내에 지리정보시스템(GIS: Geographic Information Systems)이 본격적으로 소개되면서 최근 수치지도 데이터베이스의 제작에 대한 작업이 구체적으로 전개되고 있으며, 현재 항법용 수치지도의 제작에 관한 작업은 자동차부품연구원을 중심으로 1994년부터 본격적으로 추진되고 있는 실정이다.

본 고에서는 기존의 수치지도에 비해 항법용 수치지도가 가지는 특징 및 용도와 국내의 항법용 지도제작 현황과 이미 실생활에 활용되고 있는 외국의 현황에 대해 살펴보고, 향후 항법용 수치지도의 구축 및 유지관리를 보다 효과적으로 수행하기 위한 방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

-
- 1) 학계 및 업계 일부에서는 '항법용 수치지도' 라는 용어 대신에 일본의 영향을 받아 '수치도로지도', '전자도로지도' 라는 용어를 쓰고 있으나, 이는 자동차 항법 및 이에 필요한 수치지도에 대한 기본 개념이 없는 상태에서 명명된 것이라 판단된다. 따라서 향후에는 용어를 '항법용 수치지도'로 통일하는 것이 바람직할 것이다.
 - 2) 최근 정부에서는 국가의 정보통신망 자체를 인프라스트럭처로 규정하고 있다. 따라서 각 종의 첨단 도로시설물의 설치와 정보통신망의 구축 등을 목표로 하고 있는 ITS 역시 인프라스트럭처로 인식되고 있다.

2. 항법용 수치지도의 필요성

2.1 항법용 수치지도의 개념

항법이란 참조될 수 있는 지형지물이 없는 곳에서 움직이는 물체의 위치와 속도를 알아내는 방법을 말한다. 이러한 항법기술은 항공기, 선박, 미사일 등 많은 분야에서 연구가 진행되어 왔으며, 높은 정확도를 요구한다. 최근에는 항법기술을 도로를 운행하는 차량에 적용시킴으로써 차량 이용자들의 안전운행과 운전 편의성을 제공하는데 많은 연구가 이루어지고 있다.

항법용 수치지도는 자동차가 항법을 원활히 수행하기 위해 제공되는 기본 자료로서 도로의 기하학적 선형과 주요지형지물의 위치 및 속성정보를 데이터베이스로 구축하여 제작, 관리하는 것을 말한다.

수치지도란 지도에 표현된 도로, 건물, 수계, 등고선 등의 각종 자료(Entity)를 모델화하여 수치화한 것이다. 대개의 수치지도는 이러한 준거기준에 의해 제작 활용되고 있으며, 항법용 수치지도 역시 이러한 준거기준에 의해 작성된 지도이다. 즉 항법용 수치지도는 수치지도 중 자동차 항법을 위해 제작, 활용되는 특수목적의 수치지도라고 할 수 있다.

2.2 일반 수치지도³⁾와 항법용 수치지도⁴⁾의 차이점

항법용 수치지도는 '수치지도' 라는 범주에 속하므로 일견 일반적인 수치지도를 그대로 항법용 수치지도로 활용하여도 무방할 것 같으나, 항법의 특성상 이는 매우 어려운 문제이다. 즉 항법용 수치지도는 '항법'이라는 목적에 적합하게끔 제작되어야 하므로 기존의 수치지도와는 DB의 구성 방법이나, 필요한 정보의 형태와 양에 있어서 많은 차이가 있다.

항법용 수치지도와 일반 수치지도의 차이는 크게 다음과 같은 4개 범주로 구분할 수 있다.

첫째, 좌표기준점

둘째, 데이터 모형(Topology)

셋째, 속성정보의 취득, 변경 방식(동적정보체계)

2.2.1 좌표기준점

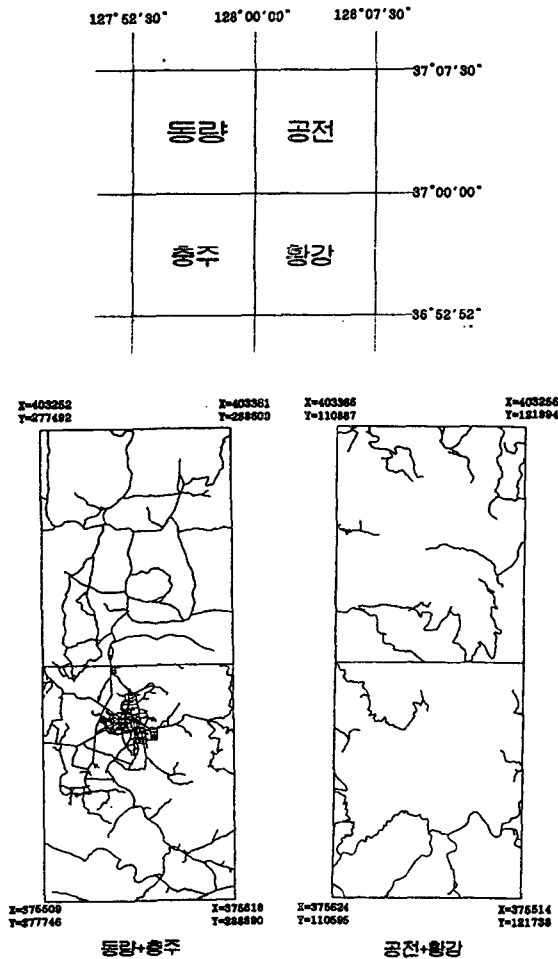
현재 국립지리원에서 규정한 수치지도작업규칙에 의하면 수치지도 제작시에는 국가기본도에서 채택하고 있는 평면직각좌표계의 3개 원점(서부원점: 경도 125° 위도 38°, 중부원점: 경도 127° 위도 38°, 동부원점: 경도 129° 위도 38°)을 사용하도록 규정하고 있다. 따라서 각 지역별로 서로 다른 원점을 사용하고 있으므로 지역에 따라 좌표값이 달라지는 문제점을 안고 있지만, 일반적인 수치지도를 제작하여 이용하는 데에는 큰 문제가 발생하지 않는다. 그러나 동적인 정보를 수시로 획득해야 하는 항법용 수치지도의 경우 항법 자체가 불가능해지는 문제가 발생한다.

3) 여기서 '일반 수치지도'라 함은 현재 건교부 산하 국립지리원에서 제작 중인 국가지리정보체계 구축용 수치지도를 말한다.

4) 여기서 '항법용 수치지도'라 함은 예를들어 현재 자동차부품연구원에서 제작 중인 항법용 수치지도처럼 항법 그자체를 위해서 제작되는 지도를 말한다.

이는 항법용 수치지도 뿐만 아니라 군작전용 군사지도에서도 마찬가지이다⁵⁾.

자동차 항법용 수치지도의 경우 현재의 차량의 위치와 차량이 진행한 거리, 그리고 향후 진행하고자 하는 목적지까지의 거리를 정확히 알고 있어야 한다. 그러나 일반 수치지도처럼 3개의 원점을 이용하여 위치를 파악하거나 진행거리를 알고자 할 경우 기준 원점의 경계가 되는 부분에서는 차량의 위치와 이동거리를 확인할 수가 없게 된다. 또한 항법용 수치지도는 차량의 이동에 따라 차량의 현재 위치를 계속적으로 도면에 표현시키는 맵매칭(Map-matching) 기술이 요구되나 3개 원점의 경계 부분에서는 인접도엽의 좌표계 체계가 상이함으로 인해 두 도엽을 붙일 수 (Edge Matching) 없어 하나의 통합된 도엽으로 만들 수 없을 뿐만 아니라 맵매칭 기술도 적용하기 어렵게 된다. <그림 1>은 중부원점과 동부원점이 경계가 되는 지역의 1:25,000 지형도 4도엽을 대상으로 경위도 좌표계에 의한 표현과 현행 3개 원점을 적용한 경우의 좌표체계를 나타낸 것이다.



<그림 1> 경위도 좌표계와 국가기본도상의 평면직각좌표

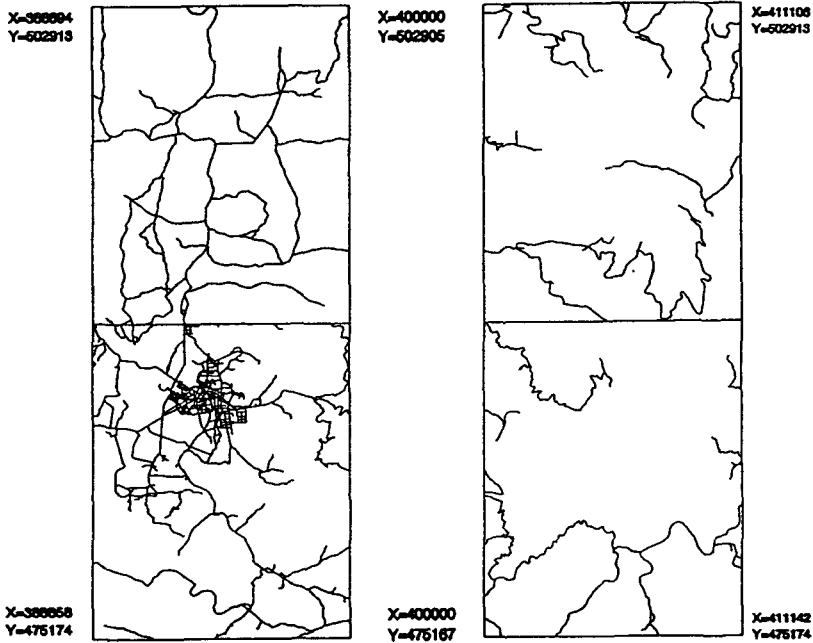
5) 현재 육군 지도창에서 제작 중인 군사지도는 국립지리원에서 규정한 TM투영법을 사용하지 않고, 우리나라를 1개의 원점으로 표현할 수 있는 UTM투영법을 사용하고 있다.

<그림 1>에서처럼 현재의 3개 원점을 이용할 경우 동일한 좌표원점을 사용하는 상하 도면의 경우는 도엽의 인접에 문제가 없으나, 다른 원점을 사용하는 좌우 도면의 경우는 좌표계의 차이로 인해 연계를 시킬 수 없게 된다.

이러한 문제점으로 인해 현재 항법용 수치지도들 제작하고 있는 자동차부품연구원에서는 항법용 수치지도 제작용 원점을 새롭게 설정하였다. 투영법은 국가기본도에서 채택한 TM투영법을 그대로 따르고 중앙자오선의 위치와 중앙자오선에서의 축척계수만을 변화시키고, 원점의 경도는 128° 00' 00" 로 하고 위도는 투영오차에 영향을 미치지 않으므로 기존의 평면직각좌표원점과 같은 38° 00' 00" 로 하였다. 원점에서의 좌표값은 제주도를 포함한 전지역이 양의 좌표값을 갖도록 X(동서방향)에 대해 400,000m, Y(남북방향)에 대해 600,000m로 하였다⁶⁾. <그림 2>는 항법용 표준좌표계를 이용하여 <그림 1>의 4도엽을 표현한 것이다. 좌표체계가 동일하므로 도엽간의 인접이나, 맵매칭에 전혀 문제가 없게 되었다.

<자동차 항법용 표준좌표계 요소>

지구타원체 : Bessel 타원체
 투영법 : TM 투영법
 좌표원점의 경위도 : E128° N38°
 좌표원점에서의 축척계수 : 0.9999
 원점의 좌표값 : X = 400,000m Y = 600,000m



<그림 2> 표준좌표계로의 변환

6) 투영오차 및 표준좌표계 요소의 설정에 관한 자세한 내용은 자동차부품연구원(1994) “자동차 항법용 수치지도 표준화 연구”를 참조하기 바람.

2.2.2 데이터 모형(Topology)

수치지도에서 이용되는 데이터 모델에는 크게 벡터형 모델과 래스터형 모델로 구분한다. 래스터형 모델은 픽셀(Pixel) 단위로 정보를 표현하기 때문에 별다른 구별이 없으나, 벡터형 모델은 위상(Topology)을 갖느냐, 그렇지 않느냐에 따라 데이터구조나 표현 능력, 공간연산능력에 큰 차이가 발생한다.

Topology란 수치지도에서 기본이 되는 사상(Object or Feature) 즉, Point, Line, Polygon에 대한 상호간의 관계성과 연결성, 인접성 등을 규정하는 것으로 지리정보시스템이나, 항법용 수치지도에서는 필수적으로 요구되는 핵심 요소이다.

현재 추진되고 있는 국가기본도 수치지도화는 데이터 모형에 대한 고려가 없이, 기존의 종이 지도에 표현된 지형위주의 사상을 수치화하는데 역점을 두고 있다. 따라서 현재의 일반적인 수치지도는 벡터형 모델로 수치화를 추진하고는 있으나, Topology에 대한 고려가 없으므로 인해, 항법용으로 이용하기 위해서는 수치화된 모든 사상들간의 연결성과 관계성, 인접성을 규정해야 하는 추가적인 작업이 소요된다,

항법용 수치지도는 단순히 지도정보를 수치화는 것 뿐만 아니라 각종 시설물에 대한 속성정보, 도로교차점에 대한 회전, 통행제한 등에 관한 위치정보, 도로 기본구간에 대한 교통량 정보 등 다양한 정보로 구성되어야 하므로, 위상적 모델을 기본으로 한 통합적인 데이터베이스가 요구된다.

2.2.3 데이터의 취득, 갱신 방식(동적정보체계)

일반적으로 수치지도는 데이터를 취득하거나 갱신하는 주기에 있어 분기나 1년 정도의 시간이 요구된다. 또한 수치지도의 이용 자체가 사무실에서 고정된 기기를 이용하여 데이터를 취득, 분석하므로 데이터의 유지, 관리에 큰 문제가 없다. 또한 사용자가 운영시스템을 이용하여 그래픽 정보나, 속성정보를 쉽게 갱신할 수 있는 장점도 가지고 있다. 단적으로 말해 일반 수치지도는 정적인 정보를 위주로 하여 업무의 분석을 위주 운영되는 지도체계라고 할 수 있다.

반면 항법용 수치지도는 기본이 되는 데이터는 일반 수치지도와 같은 취득, 갱신 방법을 이용하지만, 차량내에 CD-ROM 포맷으로 탑재되어 쉽게 수정, 변경할 수가 없다. 하지만 항법을 위해 필요한 교통량 정보, 교통사고 정보, 최적경로 안내 정보 등은 차량의 움직임에 따라 교통정보센터와 계속적인 교신을 통해 실시간으로 수정 변경 해야 하는 동적인 지도체계를 가지고 있어 이중적인 데이터 운영관리방안을 보유하고 있어야 하므로 일반 수치지도에 비해 복잡한 구조를 가지게 된다.

항법용 수치지도는 일반 수치지도와는 달리 도로 현황과 교통정보에 대한 정보를 주로 다루게 되므로 속성정보의 저장방식이나, 검색방식에 있어 다른 체계를 갖는다. 이러한 속성정보의 저장방식은 GIS-T분야에서도 동일하게 요구하는 것으로 그 대표적인 기능으로 Dynamic Segmentation을 들 수 있다.

Dynamic Segmentation 기능은 네트워크의 링크를 목적에 따라 보다 세분하거나 또는 2개

이상의 링크를 하나의 링크로 합쳐서 분석할 때 이용되는 기능이다. 예를 들어 버스 노선의 경우 정류장을 노드로 보고, 정류장과 정류장 사이를 하나의 링크로 하여 승객 및 운행 시간 등을 분석할 필요가 있는데, 이때 정류장과 정류장 사이가 기하학적으로 하나의 네트워크 링크 안에 있는 경우도 있고, 2-3개의 네트워크 링크가 하나의 링크로 표현되어야 할 경우도 있다. 이때에는 Dynamic Segmentation 기능을 이용하는 것이 보다 효율적이다.

3. 항법용 수치지도의 국내외 현황

3.1 외국의 항법용 수치지도 현황

외국의 항법용 수치지도체계는 각 나라별로 개발환경에 따라 크게 상이한 모습을 갖고 있으며 이에 따라 항법용 수치지도 표준화 전략 또한 상이한 모습을 지니고 있다. 따라서 항법용 수치지도의 제작, 이용 및 관리체계에 각국이 서로 영향을 미치면서 개발 및 이용방식이 상이하게 되었다.

본 절에서는 현재 개발되어 이용하고 있거나 개발 중에 있는 일본, 미국 및 유럽의 현황을 살펴보고자 한다.

3.1.1 일본

일본에서는 표준 데이터베이스 제공방식을 근간으로 항법용 수치지도체계를 운영하고 있으며 JDRMA(Japan Digital Road Map Association)이 중추적인 역할을 수행하고 있다. JDRMA의 데이터베이스는 매우 넓은 분야에서 응용할 수 있도록 구축되었다. 특히, 차량항법장치(CNS : Car Navigation Systems), 차량위치추적장치(CLS : Car Locating Systems), 화물차량관리체계(FMS : Freight Management Systems), 도로교통정보체계(RTIS : Road Traffic Information Systems) 등이 있고, 도로 관련 응용분야로서는 교통제어체계, 도로설비관리체계, 도로기반시설계획, 비상운영지원체계 등이 여기에 포함되고 있으며 현재 JDRMA의 데이터베이스는 차량항법용으로 가장 많이 사용되고 있다. JDRMA 데이터베이스는 최종 사용자를 목표로 구축된 것이 아니기 때문에, 최종 사용자인 운전자는 새로이 가공된 JDRMA 데이터베이스를 차량항법용으로 사용할 수 있다.

1988년 JDRMA는 항법용 수치지도 제작 체계 및 표준화 방안을 마련하여 1/50,000 축척의 지형도를 이용하여 전 일본에 관한 데이터베이스를 구축하기 시작하였으며, 1/25,000 축척의 지형도를 이용하여 대도시와 같은 인구밀집지역을 보다 정밀하고 상세한 정보를 제공할 수 있도록 데이터베이스를 보완하였다. 이렇게 하여 일본은 1994년까지 JDRMA의 데이터베이스는 일본 전국의 절반에 달하는 지역에 대해서 1/50,000 축척 지형도를 1/25,000 축척 지형도로 갱신하였다.

특히 데이터베이스의 갱신은 새로운 도로의 개설이 있는 지역은 매우 중요하다. 이러한 점을 고려하여 JDRMA는 1988년 최초의 데이터베이스 구축이 완성된 후, 1990년부터는 데이터베이스 갱신 작업에 착수하여 현재는 매년 갱신 작업을 하고 있으며, 갱신 시점은 10월 1일, 발행 시점은

다음해 3월 31을 기준으로 삼고 있다.

항법용 수치지도를 위한 JDRMA의 데이터베이스 표준안에서 정의하고 있는 사항은 다음과 같다 :

① 도로망

노드와 링크로 구성된 도로망, 기본 도로망은 도로폭이 5.5m 이상, 상세 도로망은 도로폭이 3m 이상

② 위치표시

위치표시는 UTM 좌표계를 기준으로 하고, 10km x 10km의 2차 격자군의 코드번호 부여, 일본 전국을 총 4,742개의 2차 격자군은 1/250,000 축척 지형도에 대응되고 1/250,000 축척 지형도의 총수는 4,394개

③ 데이터베이스 구조

- 관리 데이터 : 각 2차 격자에 대한 일반 데이터
- 기본 도로 데이터 : 노드, 링크, 링크구조, 상세 도로 링크
- 상세 도로 데이터 : 노드, 링크
- 배경 데이터 : 수계, 행정계, 시설물 위치 및 모양, 지역명 표시 위치

④ 주요 갱신 데이터

- 새로운 지도로부터 얻어진 도로망 및 기타 내용의 변화
- 도로관리자로부터 구한 문서를 이용하여 얻어진 도로망의 변화
- 단기간 내에 일어난 것으로 예상되는 도로망의 변화
- 1단계에서는 지형도 상의 변화들, 2단계에서는 문서상에서 나타난 변화를 참조

⑤ 데이터 정확도

도로의 위치 및 모양은 연속된 직선으로 표현되고 허용오차는 0.2mm~0.3mm 이며 배경 데이터의 경우는 0.5mm

항법용 수치지도를 이용한 ITS 프로젝트를 예를 들어보면 다음과 같다.

<표 1> 일본의 항법용 수치지도 활용 예

정부부처	첨단 도로체계의 부체계		민간업체	
상공부	Super Smart Vehicle System(SSVS)		Personal Vehicle System(PVS)	
	Comprehensive Automobile Traffic Control System(CATCS)			
체신부			항법시스템 관련기관 후원기관	
경찰청	Advanced Mobile Traffic Information & Communication System(AMTICS)			
건설부	Road Automobile Communication System(RACS)			
	Advanced Road Traffic System(ARTS)			
교통부	Advanced Safety Vehicle(ASV)			

데이터베이스의 갱신에서 가장 중요한 것은 현재성 및 완전성으로 이상적인 갱신은 변경 사항 발생시 즉각적인 갱신이지만 이것은 불가능하므로 갱신 절차와 데이터베이스 배포 절차를 효율적으로 개선시켜 갱신 및 유통기간의 최소화를 시도하고 있다. 이때 데이터베이스 운영방식 (중앙

집중식, 분산처리)에 따라 데이터베이스의 수집 및 분석기간이 다르다는 것을 고려하여야 한다.

3.1.2 미국

미국의 경우는 다양한 정부기관이 여러 가지 종류의 수치지도 및 항법용 수치지도를 다양한 목적으로 제작 및 배포하여 왔으며, 이를 바탕으로 수정 및 보완하여 다수의 민간개발업자들이 항법용 수치지도를 상업용으로 제작 및 배포하고 있다. 이 때문에 초기에는 중복투자의 문제와 정부기관과 민간업자 사이에 저작권 분쟁이 있었으며 점차적으로 공동의 목적에 맞도록 통합기구, 조정기구 및 표준화 기구를 구성하여 문제점을 해결해 나가고 있다.

미국의 항법용 수치지도의 표준화 노력은 2가지 방향에서 시작되었다. 하나는 USGS(U.S Geological Survey)의 SDTS(Spatial Data Transfer Standard)이고 다른 하나는 SAE(Society of Automobile Engineers)의 TILS(Truth In Labeling Standard)이다. 이 두가지 표준방식은 상호보완적으로 TILS는 수치지도 데이터베이스가 시스템 개발자에 의해 쉽게 구분할 수 있게 하기 위해 필요하며, SDTS는 본질적으로 다른 데이터베이스 제작자와 사용자가 쉽게 데이터 교환 및 갱신을 위해 필요하다.

SDTS는 국가 공간데이터 전달기구로서 역할을 수행할 예정이므로, 지도제작, 지리학, 지질학, 지리정보시스템 등 광범위한 응용분야에 적용된다. 이 목표는 대상, 상호, 관계, 정보의 수입을 표준화하여 실세계의 공간적 정보를 표시하는 명확하고 일관된 방법을 제공함으로써 공간데이터의 상호교환에 대한 표준수단을 제공하고자 하는 것이다.

SDTS의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

① 논리적 구조(Logical Superstructure)

- 데이터구조, 논리적 실제적 화일구조, 데이터 모델 등을 정의
- 일치 조건, 개념 모델, 질적 요건, 데이터구조 모델, 변환 형식 규정
- 특별한 변환을 위한 대상물과 그 속성에 대하여 직접 보고를 위한 지침 제공

② 공간적 특징(Feature)과 속성(Attribute)의 목록

- 변환을 위한 공통 분류, 특징에 대한 정의
- 지도란 지리축척과 무관, 지각 구조(단층, 계곡 등)도 포함

③ 암호화(Encoding) 방법

- 가변길이 레코드 형식으로 데이터의 상호교환 형식 (ISO 8211)을 정의

④ SDTS Profile

- Encoding/Decoding S/W 개발이 쉽도록 Application Profile을 고안
- Topological Vector Profile은 Vector, Network, Attribute Data의 전달기능을 제공
- USGS가 개발, 또는 일반 사용자가 독립적으로 Profile을 만들어 USGS의 형식승인

⑤ ITS Profile

- 교통과 ITS 분야에 응용을 위한 SDTS Profile

그러나 SDTS를 차량항법용 표준으로 사용하기에는 비경제적이므로, 차량항법용으로 각 개인 기업이 그 목적에 따라 독립적으로 개발하고 있다. 특히 미국자동차학회(SAE)의 ITS 분과에서 각종 위원회와 작업반을 구성하여 SAE TILS에서는 수치지도 데이터베이스 표준, 시스템 형태, 인간요소 및 안전, 센서, 인터페이스, 항법보조기구, 국제여행정보 상호교환용 표준을 규정하고 있다.

SAE TILS의 목표 및 주요내용은 다음과 같다.

① 목표

- 우선 승용차용 지도로 제한
- 주소지 위치, 경로결정(계산), 차량위치 추적, 경로안내(실시간 방향안내), 표시(시각적 표시)

② 내용

- 데이터베이스 특성(적용 범위, 정확도, 완성도)을 정의
- 데이터베이스 표준의 상세 내용, 정확도의 측정방법을 묘사

③ 데이터베이스 구축 방안

- 사용자에게 필요한 데이터베이스의 속성을 분류하고 이를 정의
- 측정법(이관되게 데이터베이스의 Quality을 측정할 측정치나 기준)을 개발

최근의 표준화 동향은 국제표준기구 기술 자문 TC-204 (Transport Information & Control System)의 작업으로 데이터 교환에 초점을 둔 일관성 있는 국제표준화가 진행되고 있으며 미국을 주축으로 유럽, 일본 및 태평양 연안국들은 이 표준화 작업에 참여하고 있다.

항법용 수치지도를 이용한 ITS 프로젝트를 예를 들어보면 다음과 같다.

<표 2> 미국의 항법용 수치지도 활용 예

프로젝트 명	주요 기능	년도
Travinfo	첨단보행자정보안내시스템	1990
Pathfinder	실시간 교통정보 제공 (차량관제, 통신시스템, 첨단보행자정보안내시스템)	1991. 6
Travtek	항법 및 운행 경로안내	1993
ADVANCE	첨단차량항법 개념	1994
FAST-TRAK	첨단교통관제를 통한 교통안전 향상에 관한 연구	1995

차량항법용 수치지도 데이터베이스의 유지, 보수 및 배포를 위해 지속적인 유지, 보수 작업으로 데이터베이스 구축 기술이 제작자의 노력으로 안정화되었으며 데이터 취득 방법 및 장비도 안정화되었다. 미국은 도로 데이터가 해마다 10% 이상 변경되는데 변경 내용은 신설 도로, 신설 및 변경된 신호 및 신호기, 기존 도로에 대한 신규 및 변경된 명칭 및 도로 번호, 신규 및 변경된 주와 지방규칙 등을 포함하고 있다.

ITS가 제기능을 다하기 위하여 데이터베이스의 현재성과 정확성은 정부 차원에서 유지보수가

필요하며, 이는 분산체계적인 네트워크화된 운영조직을 필요로 하며 운영조직은 사용자에게 갱신 정보를 실시간으로 전달할 수 있는 유기적인 체계를 가지고 있어야만 한다. 분산체계적으로 네트워크화된 갱신기관은 모든 도로변경사항을 수집, 모든 지방정부 도로 책임자와 상호연락을 하여 데이터베이스의 유지보수를 하도록 한다. 갱신기관은 정보를 확인하기 위해 도로를 실제로 주행 하면서 확인되지 않은 변경사항을 찾아야 한다. 현재까지 변경사항의 많은 부분이 도로국에 의해서 문서화되지 않고 있는 실정이다.

또한 한번 정보가 수집되면, 주의깊고 일관성 있게 수치지도 데이터베이스를 갱신하며 적절한 검증방법으로 검증을 해야 한다. 데이터베이스에 대한 제작, 수정, 갱신 및 검증 등의 행위는 행적을 반드시 기록하여야 하며 사용자 또한 집중적으로 관리되어야 한다. 따라서 정확하고 지속적인 관리방법으로 현행 항법용 수치도 데이터베이스 갱신책임을 지역별 책임제도, 집중화된 관리, 지역관리소 관리 등이 결합된 범 국가적인 네트워크 관리를 적용해야 한다. 지역관리소는 중앙 컴퓨터 시설에 연결된 컴퓨터를 통하여 갱신한다. 갱신된 네트워크는 고객과 최종 소비자에게 부가가치 서비스와 신규 데이터베이스를 위해 효율적이고 유기적인 체계를 제공한다.

3.1.3 유럽

유럽은 미국과 달리 EC와 EFTA(European Digital Trade Association)로 국가보다 더 큰 경제블럭으로 하여 저마다 다른 여러 교통 프로젝트를 독립적으로 수행해 왔었다, 그러나 1986년부터 DRIVE와 PROMETHEUS 계획이 수입되어 서로 보완적인 차량항법용 수치지도 데이터베이스 표준화가 진행 중에 있다. 이 두 계획에는 일본과 유럽 각국의 자동차 회사, 전자회사, 수치지도 데이터베이스 구축 업체 등이 컨소시엄으로 결합된 상태이다.

유럽은 Bosch사와 미국의 Etak사와 함께 제작한 Travepilot는 차량항법장치를 이용한 시스템으로 개발되었으며 이 시스템에서 기능적으로 눈여겨볼 사항은 Map Matching을 위해 고도의 기하학적 정확성에 근거했으며, 위치의 확인을 위해 모든 거리 및 장소명칭 등을 기록매체에 저장하고 있다는 사실이다. 이 프로젝트에서 미국의 Etak사의 역할은 지도와 1/5,000 ~ 1/1,500,000 항공사진을 이용하여 독일의 항법용 수치지도를 제작하는 것이었다. 그 내용은 도로 세그먼트, 행정경계, 강·호수, 철도, 철도역, 공항, 인터체인지 등을 포함하고 있다. 또한 Bosch와 Philips는 공동으로 Dimeter 프로젝트를 통해 1988년 항법용 GDF(Geographic Data File)를 제안하였다. Travepilot의 기능과 그 기능에 적합한 요구사항 및 이를 위한 항법용 수치지도 제작 및 갱신방식에 대한 내용을 살펴보면 다음과 같다.

① 경로탐색 시스템

- 링크의 정적/동적인 요소를 감안하여 네트워크 가중치 그래프를 이용해서 차량 현재 위치에서 목적지까지 시간에 최적경로를 계산

② 데이터 갱신

- 도심 및 시외의 네트워크를 매년 DGPS(Differential Global Positioning Systems)를 이용하여 갱신

③ 속성데이터

- 회전 신호, 자동차 전용도로, 중량제한, 시간제한, 가변차선 고속도로, 가용도로, 높이, 도로 폭, 축대, 고가도로, 교량 등의 데이터는 지도 데이터로 수집 불가능하므로 데이터 수집을 통해 입력

④ 디지털라이징 작업

- 도심은 항공사진을 이용하여 벡터라이징, 도시 외곽 지역은 지도제작자가 제공한 자료로 디지털라이징

⑤ 데이터베이스의 정확성

- 차량항법용 수치지도의 가장 중요한 층에 하나로 정확성, 위치좌표 15m~5m의 정확도, 현지조사에 의한 정확성 확보

항법용 수치지도를 이용한 ITS 프로젝트를 예를 들어보면 다음과 같다.

<표 3> 유럽의 항법용 수치지도 활용 예

프로젝트 명	주요 기능	년도
AUTOGUIDE	GUIDANCE & INFORMATION SYSTEM	1986
DRIVE I & II	도로 안전, 효율, 환경 수준 (Commission of the European Communities, Brussels) (CITIES, PANDORA, EDMANS, SOCRATES, LLAND)	1988, 1991
UREKA	CARMINAT, DIMETER, RDS-TMC, ONBORAD VEHICLE NAVIGATION	1990
PROMETHEUS	교통관리, 교통흐름의 원활, 안전주행	1993
TIGER	GUIDANCE & INFORMATION SYSTEM	1993
TANGO	GUIDANCE & INFORMATION SYSTEM	

유럽의 수치지도제작은 각국의 지도에 대한 기득권 문제와 보완 문제로 해결되지 않은 문제가 많아 어려움이 따르고 있다. 예를 들면, 영국에서는 지도의 복사가 금지되어 있으며 지도를 사용할 때는 로열티를 내야 하지만, 독일은 지도가 정부의 소유가 아니고 공공의 소유로 되어 있으므로 사용에 아무런 지장에 없다. 그러나 EC나 EFTA는 지도 표준화와 수치지도화를 합의하여 이러한 문제도 곧 해결될 전망이다.

3.2 국내의 항법용 수치지도 현황

국내의 항법용 수치지도는 1990년 초부터 구축에 대한 논의가 진행되어 왔으며, 수치지도제작 관련 업체에서 국지적인 지역에 대한 수치지도 구축을 진행해 왔다. 전국적 단위의 항법용 수치지도의 제작은 1993년 수치지도 제작업체인 범아엔지니어링과 현대전자가 자동차항법시스템을 제작하면서 본격적인 구축 작업에 들어갔다. 이 지도는 1994년 말 완성되었으며, 1개의 표준좌표

점을 이용하여 원점의 문제를 해결하였고, 주요 시설에 대한 속성정보를 구축하였으며, 기본 배이스맵은 1:100,000을 이용하였다.

항법용 수치지도의 체계적인 시작과 표준안의 마련은 자동차 항법용 시스템 개발의 일환으로 1994년 말 자동차부품연구원의 주도로 이루어졌다. 자동차 항법용 시스템 개발은 1단계(1995년 10월까지)에서 항법용 수치지도 및 기반기술의 구축 및 개발에 초점을 두어 진행되고, 2단계(1995년 11월 - 1998년 10월)에서는 교통관련 속성데이터베이스를 구축하고, 차량 항법시스템을 실용화하는데 중점을 두고 있다. 끝으로 3단계(1998년 11월 - 2001년 10월)는 미래형 차량항법장치 기술을 비롯하여 항법시스템의 양산과 보급기술 개발에 목표를 두고 진행될 예정이다. 제 1단계의 주사업인 항법용 수치지도의 제작은 서울대학교 측량연구실에 의해 만들어진 표준안에 따라 범아 엔지니어링에서 제작, 구축 중에 있다. 수도권과 전국의 광역시급 이상의 대도시는 1:5,000 항측도를 기본도로 하고, 그 외의 지역에 대해서는 1:25,000 국립지리원 지형도를 기본도로 하여 제작 중에 있다. 항법용 수치지도제작을 위한 표준안의 구성은 크게 표준좌표계의 설정, 수치지도 정확도 표준, 데이터베이스 구성 및 내용, 데이터 레코드 형식으로 구분되어 있다⁷⁾.

이외에도 최근 쌍용컴퓨터와 한국이동통신이 공동으로 차량항법시스템을 개발하면서 자체적인 항법용 수치지도를 제작하고 있고, GPS 및 교통시설물제작 전문업체인 진보엔지니어링에서도 '카텔콤(Cartelcom)'이라는 자동차량추적시스템을 개발하면서 독자적인 항법용 수치지도를 제작하고 있다. 또한 건설교통부 주관으로 이루어지고 있는 첨단도로교통체계 구축에 관한 연구에서도 교통정보의 원활한 수집과 전달을 위해 항법용 수치지도에 대한 기초적인 연구를 수행 중에 있다.

4. 항법용 수치지도의 연구 과제

4.1 항법용 수치지도의 표준화

컴퓨터 기술의 발달과 정보화의 추구로 인해 많은 부분에서 수치지도에 대한 수요가 증가하고 있다. 항법용 수치지도도 예외는 아니다, 자동차 3사를 비롯하여 자동차의 부품을 제작하는 업체, 또는 가전회사, 교통관리를 담당하는 정부기관, 일반 민간인 등 많은 부분에서 항법용 수치지도를 필요로 한다. 이처럼 다양한 분야에서 항법용 수치지도를 원활히 이용하기 위해서는 수치지도의 표준화가 가장 중요한 요소가 된다.

현재 자동차부품연구원에서 제작 중인 항법용 수치지도는 자체적인 표준안에 의해 항법용 수치지도를 제작하고 있다. 이는 장차 우리나라의 항법용 수치지도의 표준 선정시 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 그러나 최근 산업 전반에 걸쳐서 확대되고 있는 표준화에 대한 논의는 항법용 수치지도에도 국제적인 표준의 정립이 요구되었고, 그 가시적인 형태로서 국제표준화 위원회인 ISO-TC 204 위원회가 설치 운영되고 있다.

지금까지 수치지도에 관한 표준은 일반적으로 미국의 SDTS(Spatial Data Transfer

7) 표준안에 대한 자세한 내용은 자동차부품연구원(1994a)을 참조 바람.

Standard), 유럽의 CEN(Comite European Normalisation)이 추진하고 있는 GDF(Geographic Data File), 일본의 JDRMA(Japan Digital Road Map Association) 등이 있다. 각지역의 표준안마다 그 특성과 장점이 있으나, 최근의 논의는 CEN의 GDF가 항법용 수치지도의 표준으로 자리잡아 가고 있으며, ITS America Map Database & Information Systems Subcommittee에서도 GDF를 항법용 수치지도의 표준으로 사용하도록 추천하고 있다.

이러한 세계적인 추세를 감안할 때 현재 우리나라에서 제작 중인 항법용 수치지도 역시 세계적인 표준에 입각하여 제작되어야 할 것이다. 물론 시장의 보호나 기술력의 향상을 위해 독자적인 항법용 수치지도를 제작할 수도 있으나, 이렇게 할 경우 국의 진출이나 우리기술을 향후에 수출해야 할 경우 오히려 장애가 발생할 수도 있게 된다.

4.2 항법용 수치지도를 위한 데이터베이스 구성

수치지도의 데이터베이스는 개발방법이나 응용 목적 등에 따라 그것의 구조와 형식이 달라진다. 데이터베이스의 형식과 용어의 정의, 데이터의 수집, 가공, 전달하는 일련의 과정을 체계적으로 만들어 불필요한 중복투자를 방지하고 인력과 경비절감을 이루어야 한다.

항법용 데이터베이스는 도로망의 속성정보와 주변지형지물의 속성정보를 기본배경을 구축되며 최적의 차량운행을 위해서는 이에 부가적으로 교통정보데이터 등의 부가정보데이터가 필수적이다. 이런 이유로 실시간으로 받아들이는 교통정보나 GPS를 통한 자료 등을 지도에 표시해야 한다면 이러한 부가적인 정보를 받을 수 있게끔 초기에 수치지도를 구축하면서 데이터베이스 설계시 아이템 선정 작업에 있어 차후 계획을 고려하면서 수행해 나가야 한다.

차량항법용 수치도로망 데이터베이스는 경로 계산, 경로안내, 맵매칭 등 항법장치의 여러 가지 기능과 밀접하게 관련되어 있으므로, 항법장치의 하드웨어 및 소프트웨어 기술과 상호 병행하여 개발되어야 한다. 현재 추진 중인 첨단교통체계(ITS)의 기반으로 구축되기 위해서는 위와 같은 기술들간의 인터페이스가 이루어 져야 하지만 초기 수치지도 구축단계에서 이와 같은 향후 추진계획을 고려하지 못하고 데이터베이스를 확정 구축한다면 향후에 또 다시 중복적인 작업이 필요할 것이다.

항법용 수치지도 구축시 고려되어야 할 데이터베이스에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

- ① 관리데이터
- ② 도로관련데이터
 - 도로노드데이터
 - 도로 링크데이터
 - 도로형상데이터
 - 도로내 시설데이터

8) 이 GDF는 CEN GDF를 바탕으로 ISO에서 수용한 것으로 ISO GDF라고 함.

- 가로명데이터
- 노선번호 데이터
- 구획데이터
- 차선 수 데이터
- ③ 교통데이터
 - 교통정보데이터
 - 통행제한데이터
 - 규제 정보데이터
- ④ 행정구역데이터
 - 행정구역 형상데이터
 - 행정구역명 데이터
- ⑤ 지형지물데이터
 - 점적인 데이터
 - 선적인 데이터
 - 면적인 데이터
- ⑥ 부가정보 데이터
- ⑦ 래스터 배경데이터

이상과 같은 데이터를 체계화하여 관리하고 이를 지속적으로 유지관리할 수 있는 체계가 이루어져야 한다.

또한 항법용 수치지도는 일반적인 수치지도와는 달리 도로망과 교통시설물, 주변지형지물 등의 위치자료 및 속성정보의 높은 quality가 요구되며, 이동하는 차량의 위치와 진행거리 등 정확한 항법장치가 요구된다면 이러한 자료들은 위상(topology)관계를 지니면서 구축되어야 한다. 이를 위해서는 지도제작과 데이터베이스의 구축에 필요한 첨단기술의 도입방안과 실제 이용방안에 대한 사전 검토 또한 필요할 것이다.

4.3 항법용 수치지도의 활용

항법용 수치지도는 차량 내부에서 운전자에게 최단경로와 실시간의 정보를 이용한 최적의 경로를 시각적으로 알려주는 기초적인 기능과 향후 이용 가능한 차량자동주행장치의 운용에 이르는 Car Navigation System의 전반적인 부문에 가장 기초적인 자료로 활용될 것이다.

뿐만 아니라 현재 국가중점사업으로 추진되고 있는 첨단교통체계 구축 사업에 있어서도 항법용 수치지도는 매우 중요한 역할을 하게 된다. 최근의 ITS는 시스템 아키텍처 및 이용자 서비스 중심으로 개념이 변화해 감에 따라 미국의 경우 17가지 부시스템에 29개의 서비스를 확정하였다. 1995년 9월 현재 우리나라의 ITS관련 서비스는 <표 4>와 같이 구성되어 있다.

<표 4> 항법용 수치지도의 활용 분야

체 계	부 체 계	기간 ²⁾	담당 ³⁾	비 고
교통류관리체계 (Traffic Management)	○ 간선도로교통관리 (Arterial Traffic Management)	단 기	A,C	A팀과 C팀은 지방부와 도시부의 대상에서 차이가 남.
	○ 고속도로 교통관리 (Freeway Traffic Management)	단 기	A,C	
	○ 유고관리 (Incident Management)	단 기	A,C	
	○ 자동요금징수 (Electronic Payment)	단 기	A	
교통정보체계 (Travel & Traffic Information)	○ 출발전 여행정보 (Pre-Trip Travel Info.)	단 기	B	도로상에서 제공되는 정보서비스는 A,C팀이 연구 주체임.
	○ 노상 교통정보 (En-Route Driver Info.)	단 기	A,C	
	○ 여행자 서비스 정보 (Traveler Service Info.)	단 기	B	
	○ 주행노선 안내 (Route-Guidance)	단 기	B	
대중교통관리체계 (Public Transportation Management)	○ 노선상 대중교통정보 제공 (En-Route Transit Info.)	단 기	B	
	○ 대중교통수단관리 (Public Transportation Management)	중 기	B	
상용차량관리체계 (Commercial Vehicle Operation)	○ 사용차량 자동검색 (Commercial Vehicle Electronic Clearances)	단 기	A,B	사용차량 자동검색에서 과적차량검색은 A팀 소관임
	○ 상용차량 관리 (Commercaill Fleet Management)	단 기	B	
	○ 위험물 적재차량 관리 (Hazardous Material Incident Notification)	단 기	B	
	○ 차량안전상태 점검 (On-Board Safety Monitoring)	중 기	B	
	○ 노변차동차량 검색 (Automated Roadside Safety Inspection)	중 기	B	
첨단차량도로체계 (Advanced Vehicle & Highway Systems)	○ 첨단도로체계 (Advanced Highway Systems)	중장기	A	
	○ 첨단차량체계 (Advanced Vehicle Systems)	중장기	A	

주) □ 는 수치지도가 요구되는 부문임.

이러한 활용도를 높이기 위해서는 수치지도에 현재의 차량위치를 정확하게 표시할 수 있는 맵 매칭 기술과 수치지도 내에 교통정보를 실시간으로 받아 들일 수 있는 시스템과의 인터페이스를 구축하기 위한 연구가 필요하다. 또한 운전자가 필요한 광범위한 정보를 표현하기 위해서는 도로망과 더불어 중요 지형지물의 위치와 속성정보가 필요하고 이러한 많은 정보의 입력과 관리를 위해서 필요한 기술에 대한 연구 또한 필요하리라 본다.

5. 결 론

현재 국내의 항법용 수치지도제작의 기술은 외국과 비교할 때 결코 뒤지지 않는 수준이므로 보다 체계적이고 표준화된 집중적인 연구와 이에 대한 지원이 충분하다면 Car Navigation System을 위한 항법용 수치지도의 제작은 큰 문제가 없을 것으로 여겨진다.

하지만 항법용 수치지도는 현재 진행되고, 일부 구축된 일반수치지도와는 성격이 다르기 때문에 이에 대한 연구와 기술개발이 시급하다.

항법용 수치지도는 보다 정밀한 선형자료와 높은 quality의 속성자료가 요구되고, 최단거리나 최적경로안내, 부가적 정보의 이용 등을 위해서는 지도의 모든 요소들의 위상(topology)관계가 반드시 필요하고, 위상관계를 지닌 수치지도를 구축하기 위해 지도제작 tool에 대한 검토도 거쳐야 한다.

또한 항법용수치지도는 GPS, DGPS, Beacon, 자이로스코프 등에서 받는 위치정보와의 신속하고 정밀한 인터페이스가 요구되고 이와 더불어 향후 ITS가 구축된다면 real-time의 교통정보를 수치지도와 결합시켜서 최적의 분석을 표현해야 되므로 이를 위해 지도제작과정에서 이러한 인터페이스를 포함할 수 있는 수치지도와 데이터베이스가 구축 되어야 할 것이다.

<참고문헌>

1. 재정경제원 외, 국가지리정보체계 구축 기본계획, 1995.
2. 최기주, GIS-T의 필요성과 활용방안, 교통개발연구원, 개원8주년 기념학술대회, 1995
3. 최기주, Transportation Network Data Generation from the Topological Geographic Database, 한국 GIS 학회지 Vol.2 No.2 pp 147-163, 1994
4. 최기주, 김창호, Transportation Planning with GIS : Issues & Prospect, Journal of Planning Education & Research(Transportation Special Issue), Vol.13 No.3, 1994
5. 자동차부품연구원a, 자동차항법용 수치지도 표준화 연구, 자동차부품연구원, 1994
6. 자동차부품연구원b, 차세대 자동차 차량 Navigation 시스템 제작기술, 자동차 부품연구원, 1994
7. 대한교통학회 외, 첨단도로교통체계 기본계획(1단계), 건설교통부, 1995
8. 대한민국, 수치지도작성규칙, 대한민국정부
8. AASHTO, GIS-T Proceedings (1988-1994).
9. ESRI, PC ARC/INFO MANUAL, Environmental Systems Research Institute Inc., Redland, CA, 1990.
10. Howard J. Simkowitz. GIS in Transportation Planning and Operator. Public Works, 59-62, 100-101, August 1989. Part li.
11. Howard Simkowitz. Recent Advances in Transportation GIS. In National Computer Graphics Association, editor, NCGA 1990 Proceedings, pages 227-280, National Computer Graphics Association, Huston, TX, August 26-29 1990.
12. Ioannis Pissimissis. Geographic Information Systems: Research Issues for URISA. In Wiliam F. Gayk, editor, Proceedings of the 1989 Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Association, Boston, MA, August 6-10 1989
13. Keechoo Choi, The Implementation of An Integrated Transportation Planning Model with GIS & EXPERT SYSTEMS for Interactive Transportation Planning. PhD thesis, Univ. of Illinois at Urbana Champaign, Urbana, IL, January 1992.
14. Tor Bernhardsen, Geographic Information Systems, VIAK IT & Norwegian Mapping Authority, Norway, pp18, 1992
15. Transportation Research Board, Adaptation of GIS for Transportation, NCHRP Report 359, 1993.
16. Transportation Research Board, Integrated Highway Information System, NCHRP Synthesis 133, 1987.
17. Transportation Research Board, Management Guide for Implementation of GIS in State DOTs, NCHRP Research Results Digest 191, 1993.