

연구논문

상호운용성을 지원하는 ITS 공간 데이터베이스의 위치참조 기법

Location reference technique of ITS Space Database supporting interoperability

김숙희¹⁾ · 최기주²⁾ · 장정아³⁾

Kim, Suk Hee · Choi, Kee Choo · Jang, Jeong Ah

요 旨

본 연구의 목적은 객체지향의 개념을 도입하여 지능형 교통체계(Intelligent Transport System: 이하ITS)의 서비스를 위한 모든 공간 및 비공간 데이터를 객체화하여 이 기종 시스템 간에 상호 운용할 수 있는 방안을 연구하고, 상호운용을 위한 ITS 공간 데이터베이스의 위치참조기법을 제시하는 것이다. 본 연구에서 제안하는 위치참조기법의 시스템 기본구조는 공간 및 비공간 데이터를 저장하는 데이터 저장소와 데이터를 요청하는 사용자 응용 프로그램과 질의를 담당하는 질의 오브젝트 서비스, 상호 인터페이스를 담당하는 인터페이스 오브젝트 서비스, 공간 및 비공간 또는 이미지와 같은 데이터베이스가 저장된 오브젝트 위치에 대한 정보를 제공하는 네이밍 오브젝트 서비스를 포함한다. 또한 클래스에 대한 클래스 상속관계, 속성정보 등의 클래스에 대한 반복을 처리하고, 클래스에서 사용되는 속성을 관리하기 위해서 속성의 형식과 다양한 공간데이터 처리를 서비스하는 메타데이터 관리 오브젝트 서비스와 객체들의 수정, 삭제, 교환, 추가 등을 관리하는 항구적 오브젝트 서비스로 시스템의 기본 구조를 제시하였다. 이 기본구조는 서로 다른 이기종 시스템간에 ITS의 서비스를 위한 공간 데이터를 공유하고 상호운용 할 수 있도록 함으로써 데이터 관리, 유지에 있어서 많은 용이함을 제공할 것으로 기대된다.

핵심용어 : ITS 서비스 Map Datum, 위치참조 체계, 위치참조방법, CORBA, 객체지향

Abstract

The purpose of this paper is to study a scheme to ITS service which enables the data (spatial, non-spatial and image) sharing among heterogeneous system (various environment) with employing the concept of object orientedness and to show Location Reference Technique of ITS Space DB for interoperability. Data warehouse service, query object service, interface object service, and naming object service have been identified for this. In addition, a metadata management object service and persistent object service based system framework has been devised. The proposed skeletal framework would be expected to be functioning well for ITS data sharing environment and for the interoperability support.

Keywords : ITS Service Map Datum, LRS, LRM, CORBA, Object-Oriented

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

현재 ITS는 전 국가적인 차원에서 많은 투자와 연구를 하고 있다. 이 ITS의 정보를 시각적으로 확인할 수 있도록 하는 것이 지리정보체계(Geographic Information System: 이하 GIS)이다. ITS의 모든 정보 즉, 정적 및 동적인 정보를 지도를 통해 교통정보를 제공받는 이용

자에게 전달하고 제공한다. 이 GIS에서 가장 중요한 것은 데이터베이스를 구축하는 것이다. 즉, 전자지도와 속성자료를 구축하는 것이다. 이는 엄청난 시간과 비용이 요구된다. 현재 우리나라에서는 여러 단계에 걸쳐 ITS 전자지도 중앙 DB 표준화를 수행하였다. 하지만 ITS를 개발하고 있는 민간업체에서는 시스템에 맞는 전자지도를 구축하고 속성자료를 구축하고 있는 실정이다. 이는 국가적인 차원에서 엄청난 경제적 손실을 야기시키는

2004년 2월 19일 접수, 2004년 3월 9일 채택

- 1) 아주대학교 수원발전연구센터 전임연구원 (E-mail: sukheek@ajou.ac.kr)
- 2) 정희원 · 아주대학교 환경건설교통공학부 교수 (E-mail: keechoo@ajou.ac.kr)
- 3) 아주대학교 건설교통공학과 박사과정 (E-mail: azang@ajou.ac.kr)

것이다. 지금까지 공간 데이터를 공유할 수 있는 공간 데이터베이스 위치참조 기법들이 많이 연구되어 왔다. 그리고 공간 데이터 및 비공간 데이터를 이 기종 시스템간의 데이터를 공유할 수 있는 방안과 상호운용성에 대한 연구에 많은 관심을 가지고 있다. 기 연구된 ITS 공간 데이터베이스를 공유할 수 있는 위치 참조기법으로는 지상제어포인트(Ground Control Point), 위치참조체계(Location Referencing System) 등이 있다. 기 개발된 모든 기법들은 공간 및 비공간 데이터의 추가, 삭제, 수정하는데 많은 어려움이 있어 데이터의 관리 및 유지가 어렵다는 단점이 있다.

하지만, 본 연구에서는 최근의 객체지향의 개념을 도입하여 ITS 데이터에 관련된 모든 공간 데이터 및 비공간 데이터를 객체화하여 각각 이 기종 시스템간에 공간 및 비공간 데이터를 공유할 수 있고, 상호 운용할 수 있는 방안을 연구하고, 상호 운용할 수 있는 시스템의 기본 구조를 개발하는 것이다. 그리고 본 연구에서 제안하는 상호운용을 위한 시스템 기본 구조는 공간, 비공간 및 이미지 데이터를 저장하는 데이터 저장소(Data warehouse)와 데이터를 요청하는 사용자 응용 프로그램과 질의를 담당하는 질의 오브젝트 서비스(Query Object Service), 상호 인터페이스를 담당하는 인터페이스 오브젝트 서비스(Interface Object Service), 공간 및 비공간 또는 이미지와 같은 데이터베이스가 저장된 오브젝트 위치를 나타 내주는 명명 오브젝트 서비스, 클래스에 대한 클래스 상속관계, 속성정보 등의 클래스에 대한 반복을 처리하고, 또한 클래스에서 사용되는 속성을 관리하기 위해서 속성의 형식 및 다양한 공간데이터 처리를 서비스하는 메타 데이터 오브젝트 서비스와 객체들의 수정, 삭제, 교환, 추가 등을 관리하는 Persistent 오브젝트 서비스로 구성하여 시스템 구조를 개발하였다. 이는 서로 다른 이 기종 시스템에서 ITS 데이터를 공유하고 상호 운용할 수 있도록 하는 것이다. 분산 환경을 지원하는 CORBA와 객체 데이터를 관리하는 OODB를 기반으로 하는 것을 전제로 하였고, 이는 공간, 비공간 및 이미지 데이터를 관리 하고 유지하는데 상당한 용이함을 제공할 것이다.

1.2 연구의 내용

본 연구의 내용은 ITS의 정적 및 동적인 교통정보를 표출할 수 있는 GIS에 사용되어지고 있는 모든 공간 및 비공간 데이터베이스를 객체화하고, 객체 데이터 상호운용성에 가장 많이 사용되어지고 있는 CORBA을 이용하여, 서로 다른 이 기종 시스템간의 공간 및 비공간 정보를 공유할 수 있는 시스템의 기본 구조를 개발하는 것이다. 시스템의 기본 구조는 공간 및 비공간 데이터를 저장

하는 데이터베이스 저장소(Data warehouse)와 상호인터페이스를 담당하는 인터페이스 오브젝트 서비스(Interface Object Service), 또, 공간 데이터베이스 객체 수정, 객체 추가, 객체 삭제, 객체 교체 등을 관리하는 오브젝트 관리 서비스(Persistent Object Service) 등을 기본으로 하여 시스템 기본 구조를 개발한다.

연구의 수행절차는 CORBA의 이론적 고찰, ITS 공간 및 비공간 데이터 분석, 상호운용성을 위한 ITS 공간 및 비공간 데이터 모델링, 상호운용성을 위한 객체들 간의 상호인터페이스 정의의 절차에 따라 시스템 구조 설계를 하도록 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)

CORBA는 현재 가장 각광 받고 있는 분산객체 기술의 표준이다. CORBA는 컴퓨터 내부의 버스처럼 서로 다른 프로그램들 사이의 버스 역할을 하는 모듈로서 프로그래머가 원하는 방법 등의 위치에 관계없이 마치 로컬에 있는 것처럼 사용할 수 있도록 하는 기능을 제공한다. CORBA 서비스는 거의 모든 객체가 필요로 하는 기본적인 기능을 제공한다. 이러한 서비스에는 객체의 생명주기 서비스, 명명서비스와 디렉터리 서비스등이 있으며, 또한 객체지향의 접근방법은 온라인 트랜잭션 처리와 트레이더 서비스 등을 포함하고 있다.

2.2 인터페이스 정의 언어(IDL: Interface Definition Language)

응용 프로그래머에게 유용한 여러 서비스에 대한 API 제공한다. 클라이언트의 ORB 인터페이스와 동일한 인터페이스를 제공하며, 각각의 객체는 인터페이스를 필요로 한다. 이러한 객체의 인터페이스는 각 객체가 제공하는 서비스의 타입을 의미하며 IDL로 기술된다. 방법은 Invocation 할 때 모든 객체 인터페이스는 IDL로 표현하고, 클라이언트는 단지 객체 인터페이스만 볼 수 있으며, 모든 invocation은 ORB를 통해 전달되어 진다. 그리고 각각의 인터페이스 내에는 여러 개의 오퍼레이션들이 있을 수 있다. 바로 이 오퍼레이션이 객체가 제공하는 서비스를 의미하는 것이다. IDL은 객체 지향 개념들 중의 하나인 상속 기능도 제공한다. IDL 컴파일러는 IDL로 기술된 파일을 특정 프로그래밍 언어 모듈로 변환시킨다.

2.3 ITS 정보 서비스의 특성

ITS에서 제공하는 교통정보는 크게 2가지로 나누어

볼 수 있다. 첫째 교통 시설물, 교통망 등과 같은 변화지 않는 정적인 정보와 실시간으로 변화하는 동적인 정보로 나누어 볼 수 있다. 전자의 경우는 교통시설물 관리 시스템의 일종이고, 후자의 경우는 교통정보 수집 장치로부터 즉, 루프 검지기(loop detector), 폐쇄회로텔레비전(CCTV), GPS probe 차량, 통신원의 제보 등으로부터 수집된 원시 데이터는 교통관리센터에서 처리, 가공 및 분석이 되어진다. 가공된 교통정보는 교통방송, 인터넷, PC통신, 자동응답전화(ARS), 호출기, 팩스, 도로전광표지판(Variable Message Sign: 이하 VMS), 차내네비게이션시스템(Car Navigation System: 이하 CNS) 등을 통해 이용자에게 전달되게 된다. 또, 각 교통정보센터에서는 실시간으로 변화하는 정보를 중앙표출시스템(Central Display System: 이하 CDS)에 표출한다. 표출된 실시간 교통정보는 리포트에 의해 교통방송 또는 VMS로 정보가 일반이용자에게 제공되어진다. 현재 우리나라의 교통정보센터의 CDS에 사용되고 있는 거의 대부분의 시스템이 GIS이다. 시스템의 특성 및 시스템 관리자의 용도에 따라 각각 다른 ITS 공간 및 비공간 데이터를 구축하고 있어, 경제적으로 많은 손실을 야기시킨다. 이를 볼 때 개발자 입장을 고려한 전자지도의 완벽한 표준화와 이 기종 시스템간의 공간 및 비공간 데이터를 공유할 수 있는 것이 절실하게 요구된다.

2.4 기존 ITS 데이터 공유상의 문제와 해결방안

ITS가 제공하는 교통정보는 교통시설물, 교통망 등의 정적인 교통정보와 실시간으로 정보가 변화하는 교통정체, 최적경로 정보 등의 동적인 교통정보로 나눌 수 있다. 실시간으로 변화하는 동적인 위치정보를 동시에 이 기종 시스템들이 공유하고, 상호운용을 하기위해 이 기종 시스템 각각이 동일한 공간데이터베이스를 사용하여 위치나 기타 정보를 표현하도록 하거나, 이 기종 시스템들이 위치를 정확하게 공통적으로 참조하고, 상호 운용할 수 있는 프레임워크가 필요할 것이다. 이에 대해 2가지 문제점을 지적하였다(Goodwin(1996)). 첫째는 정보의 질과 관련된 위치정확성과 속성정확성의 유지 문제이고, 둘째는 공유되는 정보를 동일시간에 동일한 위치와 길이를 갖도록 하는 동시성 문제이다.

이에 대해 그는 두 가지 해결방안을 제시하고 있는데, 모든 ITS 서비스와 응용시스템 분야에서 표준화된 수치 지도를 사용하는 방안과 모든 서비스들이 공통으로 공유하기 위한 최소의 정보만을 가지며, 시스템의 사양에 구애받지 않는 형식을 가지는 공간데이터를 개발하는 것이 그의 안이다. 위의 첫 번째의 방안은 ITS 전자지도 표준화이다. 표준화가 되었다하더라도 기 구축된 전자지도의

경우 다시 표준화를 해야 하는 어려움과 많은 노력이 필요할 뿐만 아니라 시스템의 성능과 요구에 맞는 수치지도의 형식 및 속성을 반영하지 못할 가능성이 크고, 형식이 획일화되어 각각의 시스템의 특성에 맞는 성능과 기능보다 많은 데이터베이스를 가짐으로써 속도 및 처리면에서 많은 비효율성을 가져올 수가 있다. 하지만 각각의 시스템에 맞는 형식과 내용에 따라 데이터 구조와 내용을 수정할 필요가 없다는 장점이 있다. 두 번째 방안은 ITS 시스템이 같은 위치와 동일한 속성을 갖지는 못하나 상이한 데이터베이스를 사용하는 시스템들이 공통으로 참조하여 위치정보를 연산 할 수 있도록 함으로써 분산 처리 시스템을 고려하여 각 시스템들의 요구사항의 최대 공약수 역할을 하는 정보만을 파일형태로 저장하여 각 시스템이 해당정보를 해석하여 이용할 수 있도록 하는 것이다. 이 방안은 현재 우리나라 ITS의 서비스 정보를 제공하는 이 기종 시스템들 간의 특성이나 사양에 따라 정보를 담는 형식에 영향을 받지 않도록 개발할 수 있어 비교적 활용이 용이한 것으로 간주된다. 또, 다음과 같은 문제점을 제기했다(Dueker and Butler, 1997). ITS의 GIS-T의 공간 및 비공간 데이터를 사용하는 여러 기관과 민간업체가 많다는 문제점이 있고, 다양한 교통정보를 구성하는 데이터 구성요소를 지도상에 표출하고, 이를 구분하는 방법들이 많기 때문에 많은 어려움이 따른다. ITS 공간 데이터를 정의하고, 정의된 공간 데이터를 참조하여 지도에 정확하게 표현하기 위한 일치성이 부족하다. 이 일치성의 중요한 문제는 ITS 공간 데이터를 모델링하는데 있어 도로 단절과 ITS 공간 데이터를 참조할 정확한 속성 데이터베이스를 갖는 것이다. 따라서 본 논문에서는 ITS에서 제공하는 교통정보 서비스를 이 기종 시스템 간의 상호운용성을 할 수 있는 공간 및 비공간 데이터 모델링을 하고, 객체화하여 이 기종 시스템간에 공간 및 비공간 데이터를 상호 운용할 수 있는 기본구조를 개발하고, 적용 가능성을 평가하여 보고자 한다.

3. 기존연구고찰

현재 일본, 호주, 캐나다, 미국, 유럽 등지의 ITS 공동체는 모두 위치참조 표준화를 지원하고 있다. 일본의 경우 VICS를 위한 Link Specification을 개발해 왔다. 유럽에서는 RDS-TMC 교통 메시지 시스템을 개발해 왔을 뿐만 아니라 EVIDENCE와 AGORA 프로젝트를 통해 지리 좌표와 다른 교차로 기술자에 의해 표현되는 교차로에 대한 개발이 이루어져 왔다. 미국의 경우, 몇몇의 다른 LRM을 하나의 표준으로 만드는 작업이 진행중이다.

국내 연구로는 건교부에서 ITS 서비스를 위한 위치참

조에 대한 표준화를 제정하였다. 위치참조방법(Location Referencing Method: 이하 LRM)에 대한 표준이다. 위치참조방법은 지리정보 데이터베이스와 ITS 데이터베이스의 객체에 대한 위치참조(Location Reference)를 정의하고 또한 이것을 문법적으로 코드화하였다. 표준에서는 객체가 의미하는 것을 정의하고, 참조의 구성요소의 강제, 임의성 및 기타 특성에 대해 자세하게 기술하였다. 표준내용으로는 Pre-coded 위치참조, 지리 객체 참조, 명시적 위치참조에 적용이 된다. 표준에서는 LRM을 구현하기위한 물리적인 포맷은 정의하지 않았으며, 또한 표준에서는 LRM이 소프트웨어, 하드웨어, 프로세스 등에 구현되는 방법 등 LRS(Location Referencing System)의 자세한 사항에 대한 정의는 하지 않았다. 본 연구에서는 객체지향의 개념을 도입하여 ITS 서비스를 위한 데이터와 관련된 모든 공간, 비공간 및 이미지 데이터를 객체화하여 이 기종 시스템간에 공간 및 비공간 데이터를 공유하고, 상호 운용할 수 있는 방안을 연구하고, 상호운용이 가능한 시스템의 기본 구조를 제시하였다.

4. 상호운용성을 위한 ITS 공간 데이터베이스의 위치참조 기법개발

기존에 연구가 되어온 ITS의 GIS-T 공간 및 비공간 데이터 공유방안에 대한 데이터 모델링 기법과 프레임워크 개발에 대해 많은 연구가 진행되어 왔다. 또 우리나라에서는 위치참조에 대한 표준화작업이 수행되었다. 하지만 공간 및 비공간 데이터 추가, 갱신, 삭제 등 공간 데이터 관리와 유지가 힘들 뿐더러 전자지도의 표준화가 완벽하게 정의되어야 한다는 상당히 어려움이 있다. 본 논문에서 제안하는 것은 공간 및 비공간 데이터의 효율적인 관리를 위해 다양한 기능들을 제공하고 있다. 즉 기존의 ITS 및 공간 데이터베이스 시스템에서 제공하는 특징들을 반영하고, 공간 데이터를 처리하기 위한 기능들을 통합한 본 연구는 객체지향 데이터베이스 시스템인 오픈 OODB를 기반으로 하는 것을 전제로 하였고, 다양한 형태의 데이터 타입, 공간 및 비공간 데이터를 질의관리 및 분산 환경을 위한 CORBA를 이용한다.

4.1 ITS 공간 데이터 분석

4.1.1 교통 지형지물과 속성

교통 지형지물들은 관할구역, 이벤트 포인트(Event Point), 선형 이벤트(Linear Event), 포인트 이벤트(Point Event), 그리고 교차로로 나눌 수 있다. 관할구역은 행정관리구역의 이름을 나타내며, 행정관할 구역 내에서 특성화된 수치로 참조할 수 있다. 교통 지형지물은 교통시스템에

서 인식할 수 있는 요소로 포인트(인터체인지, 교량), 라인(도로 또는 철도), 에리어(rail-yard, 공항) 등과 같다. 이들은 하나 또는 그 이상의 이벤트 포인트(Event Point)를 가질 수 있으며, 단일 교통지형지물로 정의되어야 한다. 교통 지형지물은 하나 또는 그이상의 교차로를 포함해도 되고, 교차로는 하나 또는 그이상의 교통 지형지물을 가져야 한다. 이벤트는 교통 지형지물의 속성 또는 이벤트발생을 나타내는 물리적인 구성요소를 나타내며, 속성들은 기능적인 클래스, 제한속도, 도로 상태, 그리고 도로의 번호 등을 포함한다. 이들은 실제적인 것이 아니고, 도로와 같은 실제적인 요소를 설명하는 것으로, 이벤트발생은 교통 사고발생을 포함한다. 물리적인 구성 요소는 가드레일, 표지판, 교량, 교차로 등 구성요소를 나타낸다. 아래에는 3개의 이벤트 형태가 있다.

- 포인트 이벤트는 단일위치에서 찾아진 요소 및 속성이며, 선형 또는 에리어 형태의 교통 지형지물과 독립적으로 발생할 수 있다.
- 선형 이벤트는 선형 교통 지형지물이 세그먼트를 따라 찾아진 구성요소 또는 속성을 말하며, 두개의 이벤트 포인트(시점 및 종점)로 정의되어진다. 그리고 선형 교통 지형지물 상에서 발행할 수 있다.
- 에리어 이벤트는 교통 지형지물에 영향을 미치는 교통 지형지물 또는 비교통 지형지물의 엔티티이다. 에리어는 교통 지형지물이 교차하는 곳에서 함축적으로 나타내어지거나 또는 폴리곤으로 나타내어질 수 있다. 함축적 선택은 에리어 이벤트로 불려지고, 선형 및 포인트 이벤트와 관련하여 나타내어진다. 에리어 이벤트는 교통 지형지물외의 다른 어떤 종류에 대해서 적용되어질 수 있다.

이벤트 포인트는 교통 지형지물 상에서 이벤트가 발생하는 위치를 말하며, 시점에서부터 읍셋 거리 측정으로서 교통 지형지물에 위치한다. 대부분의 교통 데이터베이스는 이벤트 포인트의 측정단위는 0.01마일 단위로 만들어진 것을 사용하고, 위치는 실제계의 단위 측정을 사용하여 저장되어지며, 지리적인 단위는 아니다. 교차로는 하나 이상의 교통 지형지물을 가질 수 있는 포인트 이벤트의 특별한 형태이다. 단일 교통 지형지물의 투시화법에서 교차로는 하나를 소유한다. 현실적으로 교차로 교통 지형지물은 하나 이상의 포인트 이벤트로 나타날 수도 있다. 교차로 엔티티의 사용은 각각의 교통 지형지물이 교차하는 포인트 이벤트로 저장되어질 수 있는 교차로 위치를 주고, 교차로 엔티티 속성들의 한 부분으로 교차로의 특성을 저장하는 것을 제외한다. 교통 시스템 연결부 또는 교차로가 교차하는 어떤 형태를 다루기 위한 많은 이점이 있을 수 있다.

4.1.2 네트워크 지형지물과 속성

ITS 지도 데이터는 기본적으로 공간데이터를 수치화한 전자지도를 기본으로 한다. 교통에서 사용되어지는 전자지도는 각기 다른 네트워크 데이터체계를 갖는다. 기본적으로 네트워크 데이터, 매트릭스(matrices), 함수(function) 3가지 데이터 범주로 나누어지며, 기본적으로는 노도와 링크로 구성되며 노드는 모든 통행이 발생하여 종료되는 센트로이드(Centroid)와 일반적인 노도로 나누어진다. 네트워크의 속성은 노드번호와 노드의 X, Y 좌표값, 노드, 링크, 회전, 대중교통 노선에 대한 사용자 데이터 항목, 노드명 등의 표준속성들과 표준속성 이외의 사용자 정의 속성들로 나누어진다. 노드속성 노드는 교차로나 도로의 시종점이 되는 지점-도로와 도로가 만나는 지점을 나타내며, 0-dimension 객체이다. 가장 일반적인 형태로서, 노드는 교차로 및 다른 포인트 이벤트에 해당할 것이다. 모든 교차로가 노드로 나타내어질 필요는 없다. 노드속성은 노드번호와 X, Y 좌표값, 노드명 등의 기본속성들로 구성되며, 이외의 속성들은 사용자에게 의해 정의될 수 있다. 링크속성은 링크는 두 노드(교차로) 사이를 논리적으로 연결을 나타내는 1-차원객체이다. 링크를 인식하기 위해서 사용되는 시작노드, 끝노드와 링크 길이, 모드, 사용자에게 의한 링크분류인 링크 유형, 차선수, 교통량-지체 함수(volume-delay function), 사용자 데이터항목 등으로 구성된다. 링크는 하나 또는 그 이상의 Traversal 세그먼트로 구성되며, 하나 또는 그 이상의 세그먼트로 구성된 교통 네트워크의 일부 분인 경로를 나타낸다.

Traversal은 정적과 동적으로 구별하여 사용할 수 있으나, 기능적인 면에서는 동일하다. 또, 링크와 관련된 속성들을 말하며, 위상과 물리적인 요소가 있다. 교통 지형지물 세그먼트를 나타내는 속성정보를 가진 링크의 연결성을 가진다. 링크의 속성을 저장하기 위해 분리한 엔티티를 이용하기 위해 선택이 되어져야 한다. 이는 데이터 공유를 용이하게 하기 위해 분리된 위상정보를 유지하기를 원하고, 교통 지형지물과 속성의 표준화된 데이터구조를 유지하여 필요한 데이터에 맞는 속성 값을 선택할 수 있도록 하는 것이다. 회전속성은 JIK(At-Node, from- node, to-node)로 나타낼 때 J는 회전이 발생하는 교차로를 의미하며, I는 J의 이전노드, K는 I로부터 회전 후의 노드를 나타내게 된다. 회전금지여부에 대한정보는 회전 패널티 함수(turn penalty function)로 나타낸다.

4.2 ITS 공간 데이터 모델링

본 논문에서 사용되는 공간 데이터는 STDS에서 사용되는 폴리곤, 포인트, 텍스트, 라인, 원 등으로 나누고

나누어진 이를 객체화하고, 속성데이터는 정수, 실수, 문자열 등의 값을 가지며, 이러한 속성데이터는 오브젝트 클래스에서 상속받은 클래스를 이용하여 정의된다. 사용자는 공간데이터를 저장하기 위해서 지형지물에서 상속받은 포인트, 라인, 텍스트, 폴리곤, 원 클래스를 사용자가 정의하는 클래스내의 속성으로 사용되게 된다. 또, 본 연구에서는 사용자의 편의를 제공하기 위해 다중상속을 지원하고 있다. ITS의 공간데이터에서 사용되고 있는 기본 공간데이터를 다음과 같이 시스템정의 클래스로 모델링 했다. ITS 서비스에 필요한 공간데이터는 다른 시스템들에 비해 비교적 간단한 공간 데이터가 필요하다. SDTS의 공간객체는 좌표에 의하여 위치와 모양정보를 표현하고, 위상 공간객체는 공간객체들 간의 관계를 명시하여 정보를 표현한다. 간단하게 다음과 같이 모델링 한다.

국립지리원 수치지도 데이터 모델에서 정의하고 있는 공간객체의 유형에는 실세계의 현상을 표현하는 사상, 사상의 기하적 구성요소인 기하 공간객체, 공간좌표로서 위치를 나타내는 위치객체, 지형지물의 위상적 관계를 명시적으로 나타내는 위상공간객체(관계형 공간객체)가 있다. 표 1은 공간객체의 유형과 그 유형에 속하는 객체의 종류를 나타낸 것이다.

위의 공간데이터 모델링에서 각각에 해당하는 오브젝트를 다시 객체화한다. 라인 지형지물은 교통망에서 도

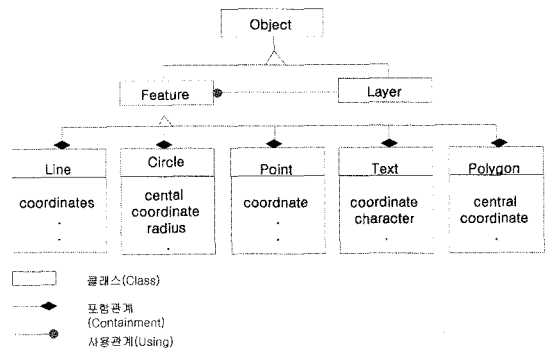


그림 1. 공간 데이터 모델링

표 1. 수치지도 데이터 모델에 관한 공간객체

공간객체의 유형	종류
사상	단순사상, 네트워크사상, 네트워크 교차점사상, 면사상
기하공간 객체	면, 라인, 점, 아크, 셀, 래스터
위치 객체	X 좌표, Y 좌표
위상공간 객체	노드, 링, 체인

로의 링크로, 포인트 지형지물은 노드로 그리고 폴리곤 지형지물은 주요 지형지물로 다시 객체화한다. 이들은 위치를 참조하기 위한 기본 인터페이스 객체로 사용되어진다.

먼저, 교통망에서의 도로 링크 부분의 기본 속성정보는 링크 ID(int), 시작노드 ID(int), 끝노드 ID(int), 링크 길이(int), 링크 용량(int), 속도(int), 방향성(int), 링크이름(Char), 도로등급(int)을 메타데이터(MetaData)의 구조로 가진다. 링크 ID에 대한 클래스 정보를 가지며, 링크 ID의 속성정보를 상속받는다. 링크 ID의 속성정보로 위치를 참조할 수 있도록 한다. 위치를 참조할 때 여러 가지 속성정보를 참조할 수 있다. 두 번째는 노드정보이다. 노드부분의 속성정보는 기본적으로 노드번호(int), X, Y 좌표(int), 노드명(Char)의 정보를 메타데이터(MetaData)의 구조로 가진다. 다음은 주요건물과 도로, 교차로를 위한 데이터 모델링을 한 것이다. 공간객체는 위에서 설명된 바와 같이 정의 되었고, 단순지형지물에 대한 모든 객

체의 속성정보로 모델링되어 있다.

노드번호에 대한 클래스 정보로 해당 노드에 대한 모든 속성정보를 상속받는다. 위치를 참조함에 있어서 기본적으로 X, Y의 좌표값을 가지고 참조를 할 수 있지만, 노드명을 이용할 수도 있다. 모든 포인트들이 정확한 속성 값을 가지고 있다는 전제하에서는 가능하다. 그리고 주요 지형지물로 위치를 참조할 수가 있다. 주요지형지물의 경우에는 많은 어려움이 있다. 먼저 실 현실에서 주요 지형지물이 자주 변경이 되는 경우가 있기 때문에 공간 및 속성정보 관리하는데 많은 어려움이 있어 그다지 많이 이용이 되지 않는다. 주요 지형지물의 속성 값으로 X, Y좌표, 지형지물의 이름 및 건물명의 속성정보를 가진다.

4.3 ITS 공간 데이터 상호 운용성을 위한 시스템 기본 구조 개발

상호운용성을 위한 시스템의 기본구조는 크게 5개의 오브젝트 서비스로 구성되어 있다. 인터페이스 오브젝트 서비스, 질의 오브젝트 서비스, 메타데이터 오브젝트 서비스, 네이밍 오브젝트 서비스, Persistent 오브젝트 서비스로 나누어진다. 객체지향 데이터베이스인 오픈 OODB로 모든 공간, 비공간 및 이미지 데이터를 객체화하여 데이터저장소에 저장을 하고, 또 분산객체의 표준인 CORBA에서 지원하는 모든 이점을 고려하여, 다양한 공간 객체들의 타입을 지원하는 객체지향 모델 기반으로 하는 상 속성을 제공한다. 이 기종간의 모든 시스템들 간의 객체 인터페이스는 ORB를 통해 이루어진다. 본 구조에서 객체지향 데이터베이스 시스템을 기반으로 하여 효율적인 데이터 처리를 위해 클라이언트와 서버로 나누어 생각해 볼 수 있다. 즉, 사용자 응용 프로그램이 클라이언트가 되고, 서버는 데이터베이스를 저장하고 있는 데이터 저장소(data warehouse)가 된다. 이들 간의 통신 및 데이

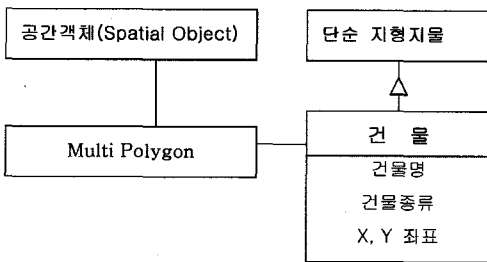


그림 2. 주요건물 Feature를 위한 데이터 모델링

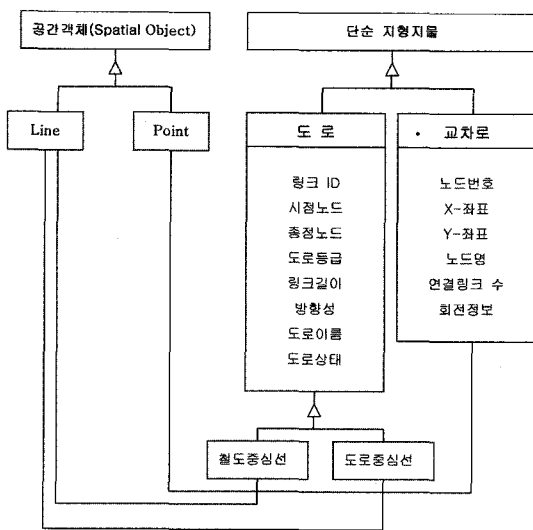


그림 3. 도로, 교차로 Feature를 위한 데이터 모델링

사용자 응용 프로그램	Data warehouse (공간, 비공간, 이미지 데이터베이스 저장소)	
Client / Application ORB		
인터페이스 오브젝트 서비스 (Interface Object Service)	질의 오브젝트 서비스 (Query Object Service)	
MetaData Object Service	Naming Object Service	Persistent Object Service

그림 4. 상호운용성을 위한 ITS 서비스 Map Datum 기본 구조

터 전송, 데이터베이스 관리 등은 아래 구조에서 정의한 오브젝트 서비스들에 의해 이루어진다.

4.3.1 인터페이스 오브젝트 서비스(Interface Object Service)

인터페이스 오브젝트 서비스는 서로 다른 이 기종 시스템에서 서로 다른 응용프로그램이 모든 데이터를 상호 운용할 수 있도록 하는 서비스를 지원한다. 사용자 응용 프로그램은 CORBA의 ORB를 통해 데이터를 요청하게 되면 인터페이스 오브젝트 서비스는 상위 레벨로부터의 요청을 질의 관리자에게 전달하고, 또한 질의 관리자가 반환한 질의 결과를 상위레벨로 전달한다.

4.3.2 질의오브젝트 서비스(Query Object Service)

질의운영을 지원하는 오브젝트 서비스이다. 인터페이스 오브젝트 서비스를 통하여 요청된 질의를 처리하는 서비스를 한다. ITS 공간 및 비공간 데이터에 대해 질의되는 경우는 비교적 복잡하지 않고 간단하다. 사용자 응용 프로그램에서 요청하는 간단한 질의는 CORBA에서 지원해주는 방법을 이용하여 처리하고, 비교적 간단한 질의는 오픈 OODB에서 제공하는 SQL을 확장하여 사용함으로써 처리된다.

4.3.3 Naming 오브젝트 서비스(Naming Object Service)

공간 및 비공간 또는 이미지와 같은 데이터베이스가 저장된 오브젝트의 위치를 알 수 있도록 하는 오브젝트 서비스이다. 각 데이터의 질의에 사용된 오브젝트 이름을 인식할 수 있도록 하는 것이다. 네이밍 서비스로 지도에 오브젝트 참조와 이름에 대한 주소를 부여한다.

4.3.4 Persistent 오브젝트 서비스

데이터베이스가 저장되어 있는 persistent 데이터에 대한 객체지향 인터페이스를 제공하는 오브젝트 서비스이다. 객체관리 서비스 오브젝트는 현재 공간 및 비공간 데이터 즉, 객체들의 수정, 삭제, 교환, 추가 등을 관리하는 서비스이다. 각 지역적 데이터베이스에 대해 오브젝트 인터페이스를 제공하기 위해 데이터 저장소를 시스템 기본 구조에 포함한다. 객체 데이터에 대한 기본 기능은 모든 객체에 대해 관리를 한다. 공간 및 비공간 데이터 관리는 다음과 같이 나눌 수 있다. 객체추가는 지역적 데이터베이스 저장소에 공간 및 비공간 데이터 추가한다. 객체반환은 데이터베이스에서 객체들을 반환한다. 객체삭제는 데이터베이스에서 객체를 삭제한다. 질의실행은 데이터베이스에 대한 질의를 실행한다. 데이터 리스트확인 은 데이터베이스 내의 모든 데이터 집합을 리스트한다.

4.3.5 메타 데이터 오브젝트 서비스 (MetaData Object Service)

클래스에 대한 클래스 상속관계, 속성정보 등의 클래스에 대한 반복을 처리하고, 또한 클래스에서 사용되는 속성을 관리하기 위해서 문자형, 정수형, 이미지 및 다양한 공간데이터를 처리한다. 속성은 그 속성을 구별할 수 있는 고유한 ID값을 가지고, 속성에 대한 이름, 속성의 값, 속성의 길이, 속성의 타입 등을 가진다. 이 오브젝트 서비스는 클래스가 가지고 있는 객체의 속성정보에 대한 포인터를 유지하고 관리하며, 인스턴트가 유지하는 객체 식별자와 객체 이름에 대한 정보 및 하나의 클래스에 대한 모든 객체들을 관리한다. 위의 구조를 기본으로 한다. ITS 서비스에 필요한 공간 및 비공간 데이터는 복잡하지 않고 비교적 간단하다. 위의 구조를 기본으로 인터페이스가 이루어진다.

4.4 상호운용성을 위한 ITS 공간 데이터 위치 참조 체계

위치 참조의 내용에서 위치 정보를 상호운용하고 서로 공유하기 위해서 위상관계가 있어야 한다. 이는 방향성과 연결성을 갖는다는 말이다. 위치를 참조하는 즉, 노드명, 링크 ID, 지형지물 등을 참조자료라고 한다. 참조자료는 공간 데이터 및 속성정보를 포함한다. 즉 링크 ID 면 링크 ID 번호, 시점노드, 종점노드 등의 속성자료를 포함한다. 이런 참조 자료를 이용하여 정확한 위치를 참조하는 방법을 위치참조기법이라고 한다. 위치참조기법은 사용자 즉 클라이언트가 ORB를 통해 위치정보를 요청하면 질의를 통해 서버에 전달되어 요청된 데이터를 다시 ORB를 통해 정보가 제공되어진다. 이를 객체상호간의 인터페이스라고 한다. 이러한 인터페이스 형식으로 가장 많이 사용되는 것이 수치 지형도이다. 이러한 위치 참조체계는 참조자료와 참조기법과 인터페이스 형식으로 이루어진다. 본 연구에서는 이런 기능을 CORBA을 통해 이루어진다. ITS에서 필요로 하는 위치참조체계는 여러 가지로 구성될 수 있다. ITS 서비스와 이 기종 시스템들 간의 데이터베이스의 공유와 상호운용성을 효율적으로 지원하기 위해서는 정형화된 위치참조 체계의 표준이 필요하고, 이를 위치참조체계모델이라고 한다. 다음은 ITS 공간 데이터 위치 참조에 관하여 설명한다.

4.5 위치참조기법을 위한 상호 인터페이스 개발

이 기종 시스템 및 객체 상호간의 인터페이스는 IDL이라고 하는 상호 인터페이스 정의 언어로 이루어지고, IDL은 8개의 기본 데이터 타입과 ORB는 오브젝트 서비스 또는 어플리케이션 오브젝트에 대한 방법을 통신으로 제공한다. 공간 및 비공간 데이터들의 오브젝트 클래스

에 대해, ORB는 각 클래스 방법에 해당하는 인터페이스 방법에 대한 집합을 가진다. 예를 들어, ORB 인터페이스 메소드는 질의 오브젝트 서비스에 해당한다. 클라이언트가 오브젝트 메소드를 요청하기를 원할 때, ORB로 가서 인터페이스 방법에 해당하는 것을 요청하고, 그 다음에 invocation을 부른다.

기존에 연구된 ITS 공간 및 비공간, 이미지 데이터를 참조할 때 기본적으로 노드 좌표와 링크 정보를 기본으로 한다. 시스템에서 필요로 하는 노드 및 링크정보는 인터페이스 오브젝트 서비스에서 처리를 한다. 각각의 시스템에서 필요로 하는 정보를 ORB를 통해 요청하면 요청한 정보를 ORB를 통해 정보를 얻을 수 있다. 기 연구된 ITS 위치 참조 파일은 ITS 서비스를 제공하는 모든 이 기종 시스템들 간에 위치정보를 정확하게 공유할 수 있는 기법이 필요하다. 위치 정보를 담은 데이터의 형식과 내용이 표준화되어야 한다. 그러므로 표준화된 프로파일을 작성하여 파일로 저장되어야 한다. 하지만 본 연구에서는 프로파일을 저장할 필요가 없다. 왜냐하면 모든 데이터를 객체화하였기 때문이다. 객체간의 상호 인터페이스만 정의를 하면 사용자가 요구하는 모든 객체 데이터를 얻을 수 있어 많은 용이함이 있다. 다음은 ITS를 위한 기본적으로 참조할 수 있는 위치참조 인터페이스에 대해 간단하게 설명한다.

사용자 응용프로그램(클라이언트)에서는 시스템-정의 클래스뿐만 아니라 사용자-정의 클래스로부터 상속을 받거나 사용할 수 있다. 이를 위해서 간단한 IDL을 제공하는데 이 IDL을 이용하여 사용자 응용프로그램(클라이언트)에서 새로운 클래스를 작성할 수 있다. 사용자-정의 클래스에 대한 IDL은 다음과 같다.

```
Interface_Defined_Class {
    Interface_Defined_Class_Name      :
object_class_name;
    Interface_Defined_Class_Inherited_From :
object_inherited_form;
    Interface_Defined_Class_Property     :
object_class_property;
};
```

위의 IDL에서 object_class_name은 사용자 정의 클래스의 이름을 의미하고, object_inherited_form은 어떤 시스템의 시스템-정의 클래스로부터 상속을 받았는지에 관한 정보를 나타낸다. 또한, object_class_property는 사용자-정의 클래스가 갖는 속성들의 리스트에 관한 정보를 가지게 된다.

4.5.1 노드 좌표를 이용한 인터페이스

위의 IDL을 기본으로 Interface_Defined_Class에 object_class_name에 해당 노드번호를 주고, object_inherited_form에 노드번호에 해당하는 class에서 상속받은 정보를 얻고, object_class_property에서 해당 노드번호의 속성 정보를 얻는다. 위의 데이터 모델링에서 정의된 모든 속성정보를 상속받는다. 상속받은 속성정보를 기본으로 하여 위치를 참조한다.

4.5.2 링크 ID를 이용한 인터페이스

링크는 노드와 노드를 연결하는 호(ARC)이며, 실제계의 교통망을 모델화한 수치지도에서 링크의 ID의 값을 구분자로 하여 위치를 참조하는 기법을 말한다. 링크 ID를 객체화하여 클라이언트가 링크 ID를 요청하면 오브젝트 링크 ID에 대한 속성 값을 클래스로 상속을 받는다. 상속을 받은 링크 ID의 속성정보를 참조하여 정확한 위치를 참조 한다.

IDL은 기본으로 Interface_Defined_Class에 object_class_name에 해당 링크 ID를 주고, object_inherited_form에 링크 ID에 해당하는 클래스에서 상속받은 정보를 얻고, object_class_property에서 해당 링크 ID에서 상속받은 모든 속성정보를 얻는다. 얻어진 속성정보를 기본으로 하여 위치를 참조한다

4.5.3 주요 지형지물을 이용한 인터페이스

기존의 연구에서는 주요 지형지물을 참조하는 것이 어려웠다. 왜냐하면 주요 지형지물의 경우 이름의 변경 및 위치가 변화거나 새롭게 생성하는 등 변화가 빈번한 관계로 기 구축된 공간 및 비공간 데이터의 수정 및 추가가 어려웠고, 변화된 주요 지형지물에 대한 관리 및 유지가 어려웠기 때문이다. 하지만 본 연구에서는 모든 데이터가 객체화되어 주요 지형지물로 위치로 참조할 수 있게 되었다. 위의 IDL 언어를 기본으로 Interface_Defined_Class에 object_class_name에 해당 주요 지형지물 이름 또는 X, Y 좌표 값을 주고, object_inherited_form에 주요 지형지물에 해당하는 클래스에서 상속받은 정보를 얻고, object_class_property에서 해당되는 주요 지형지물 이름, 또는 X, Y 좌표에 해당하는 속성 정보를 얻는다. 얻어진 속성정보를 기본으로 하여 위치를 참조한다.

4.5.4 주소를 이용한 인터페이스

이 위치 참조 기법은 도로의 이름 즉, 링크이름을 주소로 사용하여 위치 참조를 하는 기법이다. 그러므로 모든 링크에 링크이름의 속성을 부여하고 있어야 한다. 현재 링크 ID로 이 링크 ID에 해당하는 모든 속성정보를 얻

을 수 있다. 그러나 아직 도로이름을 이용한 주소체계가 개념 정립단계에 이제 막 거쳐서 일부 시와 구에서 사용하고 있는 만큼 전국을 범위로 하기에는 어렵고, 많은 시간이 필요하다.

4.5.5 이정관리체계를 이용한 인터페이스

이정 관리 체계를 이용하여 위치를 참조하기 위해서는 무엇보다도 도로망에 표지판이 잘 관리가 되어야 한다. 표지판을 따른 거리 값을 이용하여 위치를 나타내는 방법으로 주로 거리를 나타내는 마일포인트를 이용하여 위치를 참조하는 기법이다. 이 기법은 다른 기법들에 비해 비교적 쉽게 이해할 수 있는 장점이 있는 반면에 우회도로나 선형개량 사업으로 도로의 선형 및 길이가 변한 구간에서는 신설된 도로를 기준으로 구간의 위치정보를 갱신하며, 구도로는 과거 자료 조회시 이용될 수 있도록 해야 하므로 표지판 시설물의 자주 관리·신설해야 한다는 단점이 있다.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 공간, 비공간 및 이미지 데이터를 통합 처리하기 위하여 객체지향 데이터모델링 방법을 사용하고, 분산 환경을 지원하는 CORBA를 사용하여, ITS 서비스를 위한 공간 및 비공간 데이터를 이 기종 시스템간에 상호 운용할 수 있는 용이함을 제공하도록 한다. 이는 이 기종 시스템간의 ITS 공간 및 비공간 데이터의 상호운용은 경제적인 면에서 많은 시간과 비용의 절감을 가져 올 것이다.

또한, 기존의 ITS 공간 및 비공간 데이터를 공유하는데 있어서 여러 가지 어려움이 있다. 특히 공간 및 속성 데이터를 관리하는데 있어서 많은 어려움이 있었다. 지도 데이터를 추가하거나, 또는 삭제, 갱신을 할 경우의 데이터 관리, 유지가 어려웠는데 반해 본 연구에서 제안하는 이 기종 시스템간의 상호 운용성을 위한 데이터 위치참조기법은 우선 모든 공간 및 비공간 데이터를 객체

화하여, 객체지향 데이터베이스 시스템인 오픈 OODB을 적용하는 것을 기본전제로 하고, 분산 환경을 지원하는 CORBA를 사용하여 기본 시스템 구조를 개발하여 이런 모든 문제를 해결할 수 있다. 모든 공간 및 비공간 데이터를 객체화하여 데이터를 저장하고, 객체수정, 객체삽입, 객체삭제 등으로 데이터를 관리, 유지하는데 많은 이점을 보여 줄 것으로 사료된다. 즉 향후 ITS 서비스를 위한 Map Datum의 특성을 잘 반영하고, 전자지도의 완벽한 표준화로 이 기종 시스템간에 데이터를 상호 운용할 수 있는 많은 이점이 있으리라 생각한다. 현재의 ITS 공간 및 비공간 데이터는 다른 시스템들에 비교해서 비교적 간단한 데이터를 가지지만 보다 더 빠른 속도로 데이터를 공유하고 관리하게 위해서는 질의 최적화에 대한 연구가 요구된다.

참고문헌

1. 건설교통부, 1999, 국가 ITS사업의 핵심공유 기반기술 연구-종합 교통정보 DB 및 전자도지도 개발.
2. 국립지리원, 1999, 수치지도 데이터 모델에 관한 연구(II).
3. 김수동, 송실대학교, 1999, Object-Oriented Projects with Java and CORBA 세미나 자료.
4. ITS Korea, 건설교통부, 2003, 위치참조표준-기술보고서.
5. 최기주, 이광섭, 1999, ITS서비스를 위한 Map Datum 및 위치 참조체계 모델의 적용 및 평가, 대한교통학회지, 제17권 제2호.
6. Cecil W.H. Goodwin, David Siegel, Stephen R. Gordon, and Demin Xiong., June. 1995a, "Recommendations for Location Referencing For Its Needs, Task F: Nationwide Map Database And Location Referencing Systems Project. Prepared for Federal Highway Administration Office of Safety and Traffic Operations ITS Research Division".
7. David Siegel, Cecil W.H. Goodwin, Stephen R. Gordon, Vigen Corporation, June, 1996, "Its Datum Prototype Final Design Report, Task C: Spatial Data Interoperability Protocol For Its Project".
8. Kenneth J. Dueker Portland State University, J. Allison Butler Hamilton Country, 1997, "GIS-T Data Sharing Issues".