

SDTS 데이터 관리 시스템의 설계 및 구현

Design and Implementation of a SDTS Data Management System

설명민(薛英茂)*, 백인구(白寅九)*, 한기준(韓基峻)**

Young-Min Sul, In-Gu Baek, Ki-Joon Han

요약 지리 정보 시스템(GIS)은 대용량의 공간 데이터를 사용하며, 다양한 소프트웨어와 하드웨어상에서 구현된다. 이렇게 상이한 하드웨어, 소프트웨어, 운영체제상에서 공간 데이터들 간의 효율적인 데이터 교환이 불가능하다면 데이터 공유가 매우 어려울 뿐만 아니라 데이터의 중복 보관 및 관리로 인해 막대한 경제적 손실을 가져온다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 국가 차원에서 지리 정보 시스템에 관해 국가 표준을 설정하고, 공간 데이터베이스를 구축하고 있는데 공통 데이터 교환 포맷으로 채택된 것이 SDTS이다. 본 연구에서는 국가 공통 데이터 교환 포맷인 SDTS 데이터의 디스플레이 및 삽입, 갱신, 삭제, 특정 영역의 데이터 추출 및 생성, 오류 검사 및 래포팅, SDTS 프로파일의 설정 및 검증 기능을 GUI(Graphic User Interface) 환경에서 제공하는 SDTS 데이터 관리 시스템을 설계 및 구현하고자 한다. 향후 GIS 산업이 계속 활성화되고, SDTS 데이터의 수요가 증가함에 따라 SDTS 데이터의 분석 및 신뢰성에 대한 요구가 커질 것이므로 본 연구에서 개발될 SDTS 데이터 관리 시스템의 필요성은 더욱 더 증대될 것이다.

ABSTRACT Geographic Information Systems(GISs) generally use a very large amount of spatial data, and are implemented on various software and hardware systems. If it is impossible to exchange the spatial data efficiently among the different hardware, software, and operation systems, data sharing will be very difficult and duplicated storage & management of the spatial data will result in a great economic loss. To solve such problems, a national organization established a national standard for GIS and constructed spatial databases at the national level. In Korea, SDTS(Spatial Data Transfer Standard) is selected as a national standard for the common data transfer format.

In this paper, we design and implement a SDTS Data Management System which can support display, insertion, update, deletion of SDTS data, extraction and creation of a specified area, error checking and reporting, setting and verification of a SDTS profile through the GUI(Graphic User Interface) environment. Hereafter, as GIS industry is continually activated and a demand for the SDTS data increases, a requirement for analysis and trust of the SDTS data will grow bigger, so the necessity of the SDTS Data Management System developed in this paper will also grow rapidly.

키워드 : 지리 정보 시스템(GIS), SDTS, 데이터 공유, 공통 데이터 교환 포맷, 공간 데이터베이스, 데이터 분석

1. 서론

국가 정보 인프라 발전과 더불어 지리 정보 시스템(GIS: Geographic Information System) 분야에서도 매우 활발한 기술 발전이 이루어지고 있으며, 이를 통한 지리 정보 시스템의 정보 인프라 구축이 급속도

로 이루어지고 있다. 지리 정보 시스템에서 사용되는 지리 데이터는 기존의 데이터와는 다르게 지리 정보를 위한 공간, 비공간 데이터들로 구성되며, 그 크기도 일반적으로 대용량적인 특성을 갖고 있다 [4].

최근 업무 규모가 점차 통합화 및 대규모화됨에 따라 비용과 시간 절감을 위해 규격화된 양식 및 데이터

† 본 연구는 한국학술진흥재단 자유공모과제(과제번호 : 1999.001-ED0322에서 지원받았음.)

* 건국대학교 컴퓨터공학과

(ymsul, igbaek, kjhan)@db.konkuk.ac.kr

** 건국대학교 컴퓨터공학과 교수

의 공유에 대한 요구가 증대되고 있다. 이렇듯 서로 다른 지리 정보 시스템들은 데이터의 효율적인 이용을 위해 서로 간의 데이터들을 긴밀하게 공유할 필요가 발생하지만 각기 자신들의 데이터 포맷을 가지고 있기 때문에 공통 지리 데이터들의 중복 보관 및 관리로 많은 기억 공간의 낭비와 경제적인 손실을 안고 있다 [5, 8]. 이와 관련하여 지리 정보 시스템 분야에서도 상호운영성(interoperability)이 점차 중요해지고 있으며, 중요한 정보 인프라로서 국가 차원에서 지리 정보 시스템의 데이터 구축 및 효율적인 공유와 호환이 중요한 사안으로 등장하게 되었다. 다양한 지리 데이터들을 호환 및 공유할 수 있도록 정의, 규정하는 교환 표준은 이러한 목적에서 매우 중요한 의미를 가진다 [14].

다양한 업무 및 시스템 구축에 사용되는 다양한 포맷의 지리 데이터들을 서로 호환 및 공유가 가능하도록 설계된 교환 표준의 설정과 그 구체적인 변환 프로그램의 개발을 통해 데이터 구축 및 공유와 관련하여 많은 시간 및 비용이 절감될 수 있다. 이와 같은 이유로 지리 정보 시스템들은 서로간의 공간 데이터들을 다른 시스템과 교환하기 위한 데이터 교환 포맷의 표준을 채택하게 되었고, 이러한 표준 데이터 포맷으로의 데이터 변환 시스템 개발 작업도 활발히 이루어지고 있다 [3, 4]. 이러한 흐름 속에서 우리나라에서도 국가 지리 정보 시스템(NGIS) 사업의 일환으로 정보통신부(한국전산원)에서는 표준화 분과 위원회를 구성하여 한국 표준을 제정하고 있다. 그리하여, 국가 기본도 포맷과 공통 데이터 교환 포맷의 표준 제정을 위한 소위원회가 구성되어 표준화 작업을 진행한 결과 공통 데이터 교환 포맷으로 SDTS(Spatial Data Transfer Standard)를 채택하였고, 이를 통해 지리 데이터들의 효율적인 호환 및 공유를 위한 변환 시스템의 연구가 활발히 진행되고 있다 [11, 12, 13, 15].

이미 여러 지리 데이터 포맷과 SDTS와의 상호 변환 시스템이 개발되고 있으나, 현 기술 상태의 취약성을 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째로 데이터 변환 시스템 개발 시 SDTS 데이터에 대한 정보 획득의 어려움이 있으며, 두 번째로 데이터 갱신의 어려움이 있으며, 세 번째로 다양한 SDTS 데이터를 디스플레이 해주는 GUI 환경의 응용 프로그램이 개발되지 않았으며, 마지막으로 프로파일(Profile) 검증 및 데이터 오류 검사에 어려움이 있다. 이러한 문제점들로 인해 일반 GIS 사용자들이 SDTS 데이터를 쉽게 다루기가 매우 어렵고, 지리 데이터 변환 시스템 개발자에게 있어서 가장 중요한 문제인 변환된 SDTS 데이터에 대한 신

뢰성을 확인할 방법이 없었다 [1, 7].

이로 인해 SDTS와 다른 지리 데이터 포맷간의 데이터 변환 시스템을 개발할 때에 어려움이 많았고, SDTS가 아직까지 변환 포맷으로써 활발히 이용되지 못하는 원인이 되고 있다. 본 논문에서는 SDTS 데이터에 대해서 다양한 편집이 가능한 그래픽 툴과 데이터에 대한 신뢰성을 확인할 수 있는 프로파일 검증 및 오류를 검사하는 툴이 하나로 통합된 SDTS 데이터 관리 시스템을 설계하고 구현하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 관련 연구로서 SDTS에 대해 분석하고, 본 논문의 구현 시 유용한 모듈의 재사용성을 높이기 위해 사용된 COM(Component Object Model) 컴포넌트와 효율적인 공간 객체의 인덱싱을 위해 사용된 R*-트리에 대하여 설명한다. 제 3 장에서는 전체 시스템과 이를 구성하고 있는 각 관리자의 설계에 대해서 언급하고, 제 4 장에서는 전체 시스템과 관리자별로 구현 방법에 대하여 설명한다. 마지막으로 제 5 장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

본 장에서는 SDTS 데이터 관리 시스템의 개발을 위해 먼저 SDTS에 대해서 알아보고, SDTS 데이터 관리 시스템의 구현 시 유용한 모듈의 재사용성을 높이기 위해 사용한 COM 컴포넌트와 효율적인 공간 객체 인덱싱을 위해 사용한 R*-트리에 대해 살펴본다.

2.1 SDTS

본 절에서는 본 논문의 핵심인 SDTS의 개요, 특징 및 구성, 모듈, 그리고 화일 구조에 대하여 설명한다.

2.1.1 개요

SDTS는 다양한 GIS 사용자들이 GIS 구축의 중복성을 피하며 효율적으로 GIS 데이터를 공유할 필요성으로 등장한 공통 데이터 교환 포맷이다. SDTS는 단기간의 노력에 의해 만들어진 교환 표준이 아니라, 10여 년간 미국의 모든 GIS 관계자들이 모여 수많은 이해 관계의 수렴을 통해 만들어졌으며, 또한 장기간의 개발 및 검증기간을 거쳤기 때문에 매우 범용적이며 일반적이다 [1, 9]. SDTS는 1982년 이래로 USGS가 주도적으로 개발하기 시작하여, 1991년 초 연방표준으로 인증을 받기 위해 NIST(National Institute for Standards and Technology)에 제출되었고, 1992년 연방표준(FIPS 173)으로 최종 승인되어

SDTS를 통해 다양한 공간 데이터의 교환 및 공유가 가능하게 되었다. 미국의 지도제작 및 관리 기관인 USGS가 미국내 지도제작과 판매를 SDTS 포맷으로 사용하고 있으며, 오스트레일리아와 뉴질랜드 등도 국가의 GIS 교환 표준으로 SDTS를 채택하고 있다.

2.1.2 특성

SDTS는 다른 교환 표준과는 다른 여러 장점을 가지고 있으며, 따라서 많은 국가에서 국가 교환 표준으로 채택하고 있다. SDTS의 장점을 4가지로 요약해보면 다음과 같다.

첫 번째로, 뛰어난 범용성과 일반성을 들 수 있다. 특정 어플리케이션이나 특정 유형의 데이터들만을 위한 교환 표준이 아니라, 가능한 모든 공간 데이터들과 교환 가능하도록 설계되었다. 이는 10여 년간의 개발 기간을 통해 매우 다양한 이해관계들을 충족시키려 하였고, 이를 통해 일반성을 획득하게 되었다. 일반성과 더불어 구체적인 특정 어플리케이션을 충족시키기 위한 목적으로 프로파일이 개발되었다. 예를 들어, 벡터 데이터 교환을 위한 TVP(Topological Vector Profile)(6)라는 프로파일을 통해 어플리케이션에 적합한 교환 기능을 제공함으로써 일반성 및 특수성을 모두 제공하고 있다.

두 번째는, 확장가능성이다. GIS 데이터의 교환 표준은 이상적인 모델을 구현하는 것뿐만 아니라 기존의 다양한 GIS 데이터 포맷들을 수렴하고, 변환시 가능한 데이터의 손실이나 왜곡이 없어야 한다. 그리고, GIS 분야의 발전은 급속도로 이루어지고 있기 때문에 이러한 변화에 대처하여 교환 표준으로 수렴할 수 있는 확장 가능한 성격을 지녀야 한다. SDTS는 모듈 방식과 객체 데이터 모델을 채택하였으며, 이를 통해 수많은 데이터 포맷과 교환 가능하다. 또한, GIS 분야의 변화와 관련 분야의 변화에 유연하게 대처 가능하도록 설계되었다.

세 번째로, 수많은 공간 데이터와 교환 가능하다는 점이다. 앞에서 언급한 일반성과 확장가능성의 연속선상에서 기존의 많은 데이터와 교환 가능하다. 즉, 지리 데이터 포맷인 TIGER, DLG, GRASS, DTM, DTED 등과 교환 가능하며, GIS 시스템으로서 ARC/INFO와 교환 가능하다. 그리고, 많은 GIS 업계에서 SDTS와의 교환을 위한 시스템을 개발하고 있거나 계획 중에 있다.

네 번째로, 다른 표준들과의 통합 노력이다. SDTS는 모든 분야를 망라하여 수많은 이해관계를 수렴하고 통합하여 광범위한 영역을 포용하는 일반성을 지니고

있다. 이러한 맥락에서 특정 분야의 교환 표준들과 통합하려는 적극적인 노력을 하고 있다. 즉, NATO를 중심으로 군사적 용도로 사용되는 DIGEST, 해도와 관련된 표준인 DX-90과 통합하려는 노력을 하고 있다. SDTS는 이들과의 통합을 프로파일 개발을 통해 이루려고 하는데, 즉 DIGEST 프로파일이나 DX-90 프로파일을 개발하려는 노력을 하고 있다.

2.1.3 구성

SDTS는 현재 여섯 부분으로 구성되어 있다. Part 1, 2, 3은 공간 데이터 변환을 위한 일반 규약이며, Part 4, 5, 6은 Part 1, 2, 3 규약을 보다 구체적이고 물리적인 수준에서 변환 가능하도록 설계한 프로파일이다 [9].

먼저 Part 1은 공간 데이터 교환의 개념적, 논리적인 규약 부분으로 크게 세 부분으로 이루어져 있다. 첫 번째는, 교환될 공간 데이터의 모델로서 실세계의 매우 다양한 공간 현상을 모델화하는 공간 현상 모델(Model of Spatial Phenomena), 다양한 공간 현상을 수치적, 물리적으로 표현하는 공간 객체 모델(Model of Spatial Object), 그리고 실세계 공간 현상과 수치적인 공간 객체의 관계를 규정하는 공간 현상 모델(Model of Spatial Features)의 세 부분으로 구조화하고 있다. 두 번째는, 교환하고자 하는 데이터가 사용자의 사용에 얼마나 적합한지에 대한 정보로서 데이터 질(Data Quality)에 대한 규약이 있다. 따라서, 공간 데이터 자체만 교환 및 공유하는 것이 아니라 그 데이터가 얼마나 정확한지, 얼마나 품질이 좋은 지에 대한 정보 또한 제공함으로써 사용자는 이 정보를 보고 데이터의 질을 알 수 있으며 그에 맞게 적절히 사용할 수 있다. 세 번째는, 이러한 개념적이고 논리적인 부분을 어떻게 구체적인 물리적 수준으로 변환하는지에 대한 중간 과정의 규약이다. SDTS는 데이터를 모듈 형식으로 가지고 있으며 모듈 형태로 변환된다. 이러한 모듈은 총 34개가 정의되어 있으며, 모듈은 레코드로 구성되어 있고, 레코드는 필드로 구성되고, 필드는 하위필드들로 구성된다. 즉, Part 1은 각 모듈의 정의규약, 좌표체계, 데이터 사전(Data Dictionary), 그래픽 표현 등의 규약을 하고 있다.

Part 2는 SDTS의 내용적 측면으로서 변환 방식을 규약하는 것이 아니라, 변환에 사용되는 공간 데이터와 속성 데이터를 정의하고 그 리스트를 제공한다. 즉, 공간 데이터 용어로서 공간 형상이 약 200여 개, 속성 용어가 약 250여 개, 그리고 관련 용어로서 약 1200여 개를 가지고 있다. 그래서, 사용자들은 다양

한 공간 형상을 표현할 때 서로 다른 용어로서 정의하는 것이 아니라 동의된 표준 용어로 데이터를 공유하여 변환 내용의 표준화를 기하고 있다. SDTS 변환과 관련하여 사용되는 공간 용어와 속성 용어는 불변의 성격이 아니라, 상황, 조건, 내용적 측면에 따라 다른 데이터 사전의 사용이 가능하다.

Part 3은 Part 1, 2에서 규정한 개념적, 논리적인 규약을 물리적인 수준으로 전환하려는 목적을 갖는다. SDTS에서 논리적 모듈은 화일이라는 물리적 형태를 가지며, 또한 모듈 레코드는 레코드라는 구체적 형태로 저장된다. 그리고, 어떠한 미디어에 어떤 방식으로 저장되는지, 변환시 레코드, 필드, 하위필드는 어떻게 규약 되는지에 대한 정보를 가지고 있다.

이러한 Part 1, 2, 3의 규약만으로는 실제적으로 공유하고자 하는 데이터를 변환하지 못한다. 일반적으로 규정해 놓은 Part 1, 2, 3에 따라 실제적인 사용을 위해 보다 구체적으로 GIS 데이터를 변환하기 위해 만든 것이 프로파일이다. Part 4는 TVP로서 위상 관계를 표현하고 있는 벡터 데이터의 변환을 위한 프로파일이고, Part 5는 RP(Raster Profile)로서 래스터 그리드(Grid)나 이미지 데이터의 변환을 위한 래스터 프로파일이고, Part 6은 PP(Point Profile)로서 정확한 위치 정보를 가지고 있는 점 데이터의 변환을 위한 프로파일이다 [6].

2.1.4 모듈

SDTS는 총 34개의 모듈을 정의하고 있으며, 공간 데이터 변환 시 해당 모듈에 각 정보가 저장된다. 이러한 34개 모듈은 크게 글로벌 모듈(Global Module), 데이터 질 모듈(Data Quality Module), 속성 모듈(Attribute Module), 공간 객체 모듈(Spatial Object Module), 그래픽 표현 모듈(Graphic Representation Module)로 총 5개의 카테고리로 나눌 수 있다. 실제로 데이터를 변환할 때 34개 모듈 전부를 생성하는 것이 아니라 프로파일에 정의되어 있는 필수적 모듈만 생성된다.

글로벌 모듈은 변환의 일반적인 정보를 가지며, Identification, Catalog, Security, Reference, Data Dictionary, Transfer Statistics 모듈들로 구성되어 있다. 데이터 질 모듈은 데이터의 질 정보를 5개의 모듈에 나누어 제공한다. 속성 모듈은 다양한 속성 데이터를 변환하며, Attribute Primary, Attribute Secondary 모듈로 구성되어 있다. 공간 객체 모듈은 Part 1에서 정의된 공간 객체들을 수치적으로 정의하여 사용하며, 크게 벡터 데이터와 래스

터 데이터가 있다. 그래픽 표현 모듈은 공간 객체를 어떻게 지도에서 효과적으로 표현하느냐를 규약하고 있다.

2.1.5 화일 구조

SDTS Part 1, 2는 논리적, 개념적 규약이며, 여기에서 규약한 내용을 어떻게 물리적인 수준에서 변환할 것인가는 Part 3에서 규약한다. Part 3은 물리적인 데이터 변환 방식 표준으로 ISO 8211을 채택하였다. 물리적 수준에서 SDTS 변환시 생성된 모듈은 화일이라는 물리적 형태를 가지며, 화일은 레코드들로 구성되고, 레코드는 필드로 구성되고, 필드는 하위필드들로 구성되는 관계성을 가진다.

ISO 8211 표준을 준수하는 화일을 DDF(Data Descriptive File)라 하며, DDR(Data Descriptive Record)과 DR(Data Record)로 구성된다. DDR은 변환하고자 하는 데이터의 구조와 설명 정보를 가지고 있으며, DR은 실제 데이터 내용을 포함하고 있다. 따라서, 하나의 DDF 화일은 하나의 DDR과 하나 이상의 DR들로 이루어져 있다.

2.2 COM 컴포넌트

지금의 소프트웨어는 더 이상 간단하지 않다. 어플리케이션에 많은 기능이 요구될수록 그만큼 더 커지고 복잡해질 수밖에 없다. 이러한 문제점으로 인해 발생한 소프트웨어 위기를 해결하기 위한 하나의 방법은 하나의 어플리케이션을 여러 개의 컴포넌트로 분할하여 각 컴포넌트에 비교적 간단한 기능을 부여하고, 이들 컴포넌트들을 하나의 어플리케이션에 통합하는 것이다. 이러한 방법의 이점으로 크게 재사용성과 유지보수의 용이성을 들 수 있다.

이러한 컴포넌트의 표준 모델을 위한 인터페이스 및 인프라스트럭처(Infrastructure)로 등장한 것이 OLE/COM 기술이다 [10]. COM은 자신의 고유한 기능을 제공하는 단위 어플리케이션인 컴포넌트의 통합 및 커뮤니케이션 방법에 대한 표준을 정의한 사양이다. COM이 객체들간의 통신을 위한 인프라스트럭처라면 OLE(Object Linking and Embedding)는 COM을 기반으로 하는 어플리케이션 프레임워크이다.

COM 컴포넌트는 OLE 기술을 바탕으로 마이크로소프트가 표준화한 규정(COM 사양)에 맞게 작성된 DLL, EXE 형태의 단위 소프트웨어 모듈을 말한다. COM 컴포넌트는 다음과 같은 특징을 갖는다. 첫째, 언어에 독립적이어서 다른 언어나 개발 틀에서 쉽게 통합하여 사용될 수 있다. 둘째, 이진화된 표준(Binary

standard)을 정의하므로 동일한 이진 표준을 사용하면 콤포넨트 상호간에 서로 통신하고 작동할 수 있다. 셋째, 위치 투명성(Location Transparency)을 제공하므로 콤포넨트가 어디에 위치하든 클라이언트는 동일한 방법으로 접근할 수 있다.

본 논문에서는 향후 유용하게 사용될 모듈들의 재사용이 가능하도록 COM 콤포넨트의 한 종류인 ActiveX 컨트롤을 이용한다.

2.3 R*-트리

R*-트리는 점과 면 데이터들을 위한 효율적인 접근 방법으로서 R-트리를 발전시킨 버전이다 [2]. 따라서, R*-트리는 점 접근 방법(Point Access Method: PAM)인 동시에 공간 데이터 접근 방법(Spatial Access Method: SAM)이 된다. R-트리는 각각의 중간노드가 포함하는 사각형(bounding rectangle)의 면적을 최적화하는데 중점을 둔 반면, R*-트리는 사각형의 면적, 겹침(overlap), 둘레의 복합적인 최적화를 고려하여 R-트리에 비해 우수한 검색 성능을 제공한다. 이것이 갖는 의미는 다음과 같다.

첫째, 한 디렉토리(내부노드) 사각형에 의해 포함되는 면적을 최소화한다는 것은 그 사각형 면적 내에 하위 노드들의 포함 사각형이 차지하는 면적 이외의 낭비되는 면적을 최소화한다는 의미를 갖는다. 둘째, 디렉토리내 사각형들간의 겹침을 최소화한다는 것은 탐색해야 할 경로 수를 줄이기 위함이다. 셋째, 한 내부노드의 사각형의 둘레를 최소화한다는 것은 고정된 면적을 가졌다면 가장 작은 둘레를 갖는 객체는 정방형이 되므로 사각형을 정방형에 가깝게 만들자는 것인데, 이것은 기본적으로 트리 구조를 개선시킬 수 있다는 것을 의미한다. 즉, 정방형 객체들은 더 쉽게 패킹(packing)될 수 있고 이런 포함 영역들은 부모노드의 포함 사각형을 작게 만들어 검색 성능 향상에 기여하게 된다. 그리고, 일반적으로 트리의 높이를 낮게 유지하므로 공간 활용의 최적화를 통해 질의 처리 성능을 향상시킬 수 있다.

본 논문에서는 효율적인 공간 객체 인덱싱을 위해 R*-트리를 이용한다.

3. 시스템의 설계

본 장에서는 SDTS 데이터 관리 시스템의 주요 기능을 살펴보고, 전체적인 구조를 설계한 후 전체 시스템을 구성하고 있는 각 관리자의 구조를 설계한다. 마지막으로, 공간 객체의 저장을 위한 RDBMS 테이블

구조를 설계한다.

3.1 시스템의 기능

본 논문에서 제안하는 SDTS 데이터 관리 시스템은 SDTS 데이터의 디스플레이, 로딩 및 저장이 가능하며, 삽입, 갱신, 삭제 등의 SDTS 데이터에 대한 편집을 수행할 수 있으며, 특정 영역의 데이터를 추출하여 생성이 가능하다. 또한, SDTS 프로파일에 대한 설정 및 검증을 수행할 수 있으며, SDTS 데이터에 대한 오류검사 및 레포팅이 가능하다.

(1) SDTS 데이터의 디스플레이, 로딩 및 저장

SDTS는 공통 데이터 교환 포맷으로서 다양한 지리 데이터 포맷의 효율적인 공유를 목적으로 개발되었다. 그러나, 아직까지 SDTS 데이터를 위한 디스플레이를 조차 개발이 미비한 실정이므로 임의의 지리 데이터 포맷과 SDTS간의 변환 시스템 개발시 SDTS 데이터에 대한 신뢰성을 확인할 방법이 없었다. 즉, 임의의 포맷에서 SDTS로 변환을 수행하는 툴을 개발할 경우 생성된 SDTS가 데이터에 대한 손실이 없이 정확하게 변환되었는지 확인할 방법이 없었으며, SDTS에서 임의의 포맷으로 변환을 수행하는 툴을 개발할 경우 SDTS 데이터에 대한 정보 및 정확성을 확인할 방법도 없었다. 이로 인해 SDTS로의 변환 시스템 개발에 많은 어려움이 있게 되고, 이는 SDTS 데이터가 교환 포맷으로서 활발히 이용되지 못하는 원인이 되었다.

본 시스템에서는 이러한 어려움을 극복하기 위해 SDTS 데이터를 GUI(Graphic User Interface) 환경에서 사용자가 쉽게 로딩하고, 그 데이터를 디스플레이하며 새로운 SDTS 데이터를 생성하여 저장할 수 있는 기능을 제공한다. 사용자는 디스플레이된 SDTS 데이터를 통해 데이터의 전체적인 정보뿐만 아니라 각 공간 및 비공간 객체의 정보를 확인해 볼 수 있고, 이를 통해 다양한 포맷으로의 변환 시스템 개발시 정확한 변환이 이루어졌는지 확인할 수 있게 된다. 또한, SDTS 데이터의 저장시 필요한 모듈만 따로 저장이 가능하며, 속성 데이터의 저장 여부 및 위상 데이터의 저장 여부도 결정할 수 있다.

(2) 공간 및 비공간 데이터의 삽입, 갱신, 삭제

SDTS 데이터에는 위상 및 속성 데이터가 다른 공간 데이터들과 서로 연결되어 있으므로 임의의 공간 데이터를 삽입, 갱신, 삭제하기가 매우 어렵다. 또한, SDTS는 모듈 단위로 화일이 구성되어 있으며, 공간 데이터 모듈이 위상 및 속성 데이터 모듈과 Foreign

ID로 서로 연결되어 있기 때문에 위상이 있는 공간 데이터 모듈의 삽입, 갱신, 삭제는 위상 데이터 모듈의 재구성을 의미하게 된다. 그리고, 속성을 가진 공간 데이터의 경우도 속성 데이터의 삽입, 갱신, 삭제 시 속성 데이터 모듈의 관리를 요구하게 된다. 그러나, SDTS 데이터는 순차적으로 화일에 저장되어 있으므로 공간 및 비공간 데이터의 삽입, 갱신, 삭제가 쉽지 않으며, 위상 및 속성 데이터 모듈을 관리해 주는 시스템이 현재까지 개발되지 않았기 때문에 위상 및 속성 데이터 관리에 많은 어려움이 있었다.

본 시스템에서는 이러한 어려움을 극복하기 위해 공간 및 비공간 데이터를 손쉽게 삽입, 갱신, 삭제할 수 있도록 해준다. 그리고, 위상 구조의 변경이 발생한 경우 위상을 재구성해 주고, 속성 모듈의 삽입, 갱신, 삭제를 수행하였을 경우 속성 데이터를 적절히 관리해 준다.

(3) 특정 영역의 데이터 추출 및 생성

SDTS 데이터는 다른 포맷의 GIS 데이터를 변환하여 생성되며, 모든 공간 및 비공간 데이터를 포함하고 있기 때문에 일반적으로 그 크기가 대용량적인 특성을 가지고 있다. 그러나, 사용자는 변환된 SDTS 데이터 중 필요한 영역의 데이터만 추출하여 보다 작은 용량의 데이터만 보관해야 할 필요가 발생할 수 있다. 이러한 요구는 예를 들어, 어느 한 포맷의 전국지도를 импорт(import)해 SDTS 화일로 가져와서 전국지도 SDTS 데이터를 관리하고 있을 때 다른 포맷으로 서술지도만 익스포트(export)할 필요가 있을 경우 발생하게 된다. 이렇게 함으로써 저장공간을 절약할 뿐만 아니라 사용자가 원하는 SDTS 데이터만 익스포트할 수 있다는 장점이 있다.

본 시스템에서는 로딩하여 디스플레이된 SDTS 데이터 중 특정 영역만 확대하여 볼 수 있으며, 선택된 영역의 데이터만 추출하여 SDTS 화일로의 생성이 가능하다. 데이터 저장시 필요한 모듈만 선택하여 저장이 가능하므로 사용자는 필요한 영역과 함께 필요한 모듈을 선택하여 SDTS 화일로 생성이 가능하게 된다.

(4) 프로파일에 대한 설정 및 검증

현재 FGDC(Federal Geographic Data Committee)에서 인증하고 있는 프로파일은 Part 4, 5, 6이고, 각각 TVP, RP, PP로 명명되어 있다. 그러나, 이외에도 CADD Profile, DIGEST/VPF Profile, Transportation Network Profile 등 다양한 프로파일이 존재하고 있으며, 사용자는 SDTS 데이터에 대하여 사용하려는 목적에 맞게 임의의 프로파일로 생성

및 설정할 수 있다. 예를 들어, 지하매설물도에 대한 SDTS 데이터를 생성하고자 할 경우, 프로파일 생성을 담당하는 사람은 지하매설물도에 대해 어떠한 공간 객체 모듈이 필요한가를 조사한 후, SDTS의 Part 1에 정의된 모든 공간 객체 모듈들에 대해서 반드시 있어야 할 모듈인 경우 Mandatory로, 필요시 존재해야 할 모듈의 경우 Optional로, 존재해서는 안 될 모듈의 경우 Prohibited로 각각 분류하여 프로파일을 정의하면, SDTS 지도 제작자는 그 프로파일에 맞추어 필요한 모듈을 생성할 수 있다. 이렇게 생성된 SDTS 데이터를 다른 사용자들과의 공유하여 사용하고자 할 경우 설정한 프로파일에 대한 자세한 명세를 기술하여 같이 배포하여야 한다.

본 시스템에서는 SDTS 데이터의 프로파일에 대한 설정 및 검증을 수행할 수 있다. 그래서, 사용자는 SDTS 데이터를 생성하기 전에 미리 프로파일을 설정하여 Mandatory와 Prohibited로 설정된 각 모듈에 대해 생성 및 금지시킬 수 있다. 또한, 사용자는 로딩된 SDTS 데이터에 대해 프로파일 검증을 수행하여 현 SDTS 데이터가 프로파일에 맞게 올바르게 생성되어 있는가를 검증할 수 있다. 프로파일에 대한 검증은 크게 프로파일에 따른 화일 검사와 Part 1에 정의된 모듈별 필드 검사로 나뉘어 수행된다.

(5) SDTS 데이터 오류검사 및 레포팅

SDTS 데이터에 대한 변환 시스템 구현시 가장 어려운 점 중의 하나는 임의의 포맷으로부터 변환이 되었거나 임의의 포맷으로 변환이 수행될 경우 SDTS 데이터에 대한 신뢰성 문제이다. 임의의 포맷으로부터 변환이 이루어진 경우 데이터 손실이 발생하지 않고 올바르게 이루어졌는지에 대한 확인 문제가 발생하며, 임의의 포맷으로 변환을 수행할 경우 변환된 SDTS 데이터에 대한 무결성 문제가 발생하게 된다.

본 시스템은 이러한 문제를 해결하기 위해 SDTS 데이터에 대한 오류검사 및 레포팅을 수행한다. 이러한 오류검사는 크게 공간 데이터에 대한 오류검사, 위상 데이터에 대한 오류검사, 속성 데이터에 대한 오류검사로 나뉘어진다. 본 시스템은 이러한 오류검사를 통해 SDTS 데이터에 대한 이상 유무를 판별하여 이상이 있는 SDTS 데이터의 경우 사용자에게 자세한 오류정보를 레포팅한다.

현재 FGDC에서 프로파일로 인증한 TVP, RP, PP는 모두 Part1에 적합성 검사(Conformance Test) 항목을 포함하고 있다. 그래서, 각 프로파일로 생성된 SDTS 데이터가 프로파일에 맞게 올바르게 생성

되었는지는 해당 프로파일의 적합성 검사 항목을 검사함으로써 확인할 수 있다. 적합성 검사는 크게 트랜스퍼(Transfer) 검사, 디코더(Decoder) 검사, 인코더(Encoder) 검사로 나뉘어진다. 트랜스퍼 검사는 실제 데이터셋에 대한 검사이고, 디코더 검사는 임의의 GIS 데이터에서 SDTS 데이터로 변환을 수행하는 변환 소프트웨어에 대한 검사이고, 인코더 검사는 SDTS 데이터에서 임의의 GIS 데이터로 변환을 수행하는 변환 소프트웨어에 대한 검사이다. 한편, TVP의 경우 USGS에서 적합성 검사 소프트웨어를 제공하고 있다. 데이터 변환 시스템을 개발한 사용자는 자신의 변환 소프트웨어 및 SDTS 데이터에 대한 신뢰를 검증 받고자 할 경우 EDS 적합성 검사 센터(EDS Conformance Testing Center)를 통해 적합성 여부를 확인해 볼 수 있다.

본 시스템은 프로파일 검증 및 오류검사를 통해 적합성 검사 항목 중 트랜스퍼 검사를 수행할 수 있다. 프로파일 검증을 통해 Mandatory 모듈, Prohibited 모듈 및 Part 1에 정의된 공간 객체 모듈을 검사할 수 있으며, 또한 오류검사를 통해 공간 및 속성, 위상 데이터에 대한 검사가 가능하다.

3.2 전체적인 구조

본 논문에서 제시하는 SDTS 데이터 관리 시스템은 크게 사용자 인터페이스 관리자, SDTS 관리자, 데이터 관리자, 데이터 저장 관리자로 구성된다. 전체적인 구조는 그림 3.1과 같다.

전체적인 흐름 및 기능을 간략히 살펴보면 다음과 같다. 사용자 인터페이스 관리자에서는 사용자의 공간 데이터를 형상별로 관리하며 요구사항을 인식하고 처

리된 결과를 출력해 주며, SDTS 관리자는 SDTS 데이터 입출력 및 오류 분석과 프로파일에 대한 설정 및 검증을 담당하며, 데이터 관리자는 데이터에 대한 질의 분석을 담당하며, 데이터 저장 관리자에서는 데이터의 물리적인 저장과 데이터에 대한 인덱스를 담당한다.

사용자가 SDTS 화일을 읽어들이면 SDTS 관리자에 의해 분석이 이루어지고, 동시에 데이터에 대한 오류 검사가 수행된다. 분석된 데이터는 데이터 저장 관리자에 의해 물리적으로 저장되고 관리된다. 사용자는 사용자 인터페이스 관리자를 통해 저장된 데이터를 디스플레이하거나 객체를 삽입, 갱신 또는 삭제할 수 있는 질의를 생성한다. 데이터 관리자는 이러한 질의를 분석한 후 처리 명령을 생성하여 SDTS 관리자 또는 데이터 저장 관리자에게 보내며, 데이터 저장 관리자에서는 이러한 데이터 처리 명령을 물리적으로 반영시킨다. 특정 영역의 데이터 추출 및 생성도 같은 메커니즘으로 이루어진다. 또한, 프로파일 검증기를 통해 프로파일의 설정 및 검증을 수행할 수 있다. SDTS 화일을 생성할 때에는 SDTS 관리자가 설정된 프로파일에 맞는 공간 데이터 형상을 데이터 저장 관리자로부터 읽어 들인 후 위상 관계를 고려하여 SDTS 화일을 생성한다.

3.3 시스템의 구성 관리자

본 절에서는 SDTS 데이터 관리 시스템의 전체 구조를 이루고 있는 사용자 인터페이스 관리자, SDTS 관리자, 데이터 관리자, 데이터 저장 관리자의 설계에 대해 설명한다.

3.3.1 사용자 인터페이스 관리자

사용자 인터페이스 관리자는 사용자의 요구에 맞는 데이터의 디스플레이 및 편집을 수행할 수 있는 환경을 제공한다. 사용자 인터페이스 관리자는 공간 데이터 출력기와 공간 형상 관리기로 이루어지며, 그 구조는 그림 3.2와 같다.

공간 데이터 출력기와 공간 형상 관리기는 사용자의 요구에 맞게 질의를 생성해서 데이터 관리자와의 연결을 통해 데이터의 디스플레이 및 편집을 수행하도록 한다. SDTS의 공간 형상은 실세계에 존재하는 공간 객체의 완벽한 표현이 가능하도록 설계되었으나, 아직까지 SDTS의 34개 형상을 모두 지원하는 시스템은 아직 없다. 본 논문에서 개발한 시스템은 공간 형상 관리기를 통해 이러한 형상들을 지원함은 물론 GUI 환경을 이용하여 일반 사용자가 Windows상에서 지리

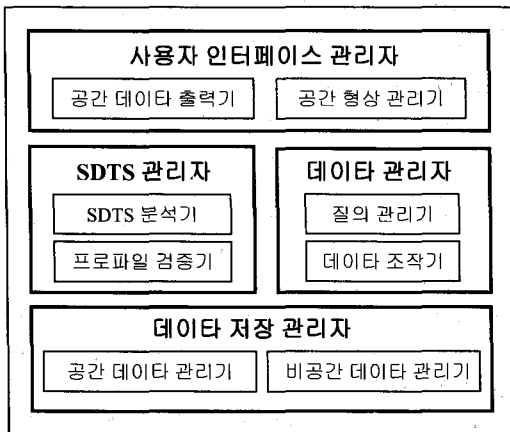


그림 3.1 SDTS 데이터 관리 시스템의 전체적인 구조

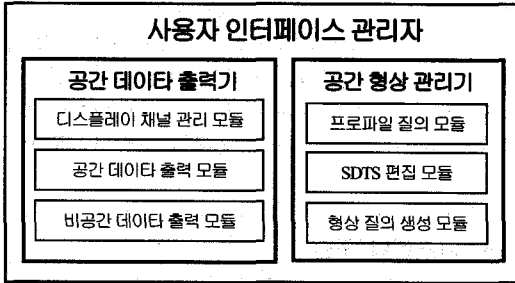


그림 3.2 사용자 인터페이스 관리자 구조

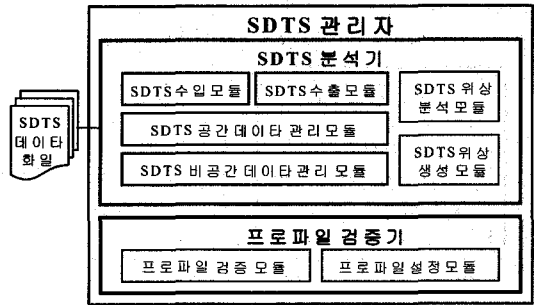


그림 3.3 SDTS 관리자 구조

데이터의 디스플레이, 편집 및 분석을 할 수 있는 환경을 제공한다. 그래서, 사용자는 화면상에 나타나는 지도에서 원하는 공간 객체를 선택하여 관련 속성을 얻거나 새로운 객체 및 속성을 삽입, 갱신 및 삭제하는 작업을 손쉽게 강력하게 수행할 수 있다.

공간 데이터 출력기는 SDTS 형상별로 디스플레이 채널을 두어 관리하는 디스플레이 채널 관리 모듈, 공간 데이터의 출력을 담당하는 공간 데이터 출력 모듈, 그리고 비공간 데이터의 출력을 담당하는 비공간 데이터 출력 모듈로 구성된다. 프로파일 질의 모듈, SDTS 편집 모듈, 형상 질의 생성 모듈로 구성되는 공간 형상 관리기에서는 프로파일 질의 모듈이 SDTS 관리자를 통해 프로파일 정보를 획득하면, SDTS 편집 모듈에서 편집 가능한 형상들을 확인한 후 사용자가 원하는 형상의 객체에 대해 삽입, 갱신, 삭제를 수행한다. 형상 질의 생성 모듈은 형상 편집의 수행을 위한 형상 편집 질의, 프로파일 설정 및 검증을 위한 프로파일 질의, SDTS 화일의 입출력을 위한 형상 입출력 질의, 특정 영역의 확대를 위한 형상 확대 질의를 생성하고 그 질의를 SDTS 관리자 또는 데이터 관리자로 보낸다.

3.3.2 SDTS 관리자

SDTS 관리자는 SDTS 화일의 입출력 및 데이터 분석, 프로파일 설정 및 검증, 오류분석 및 레포팅의 역할을 수행한다. SDTS 관리자는 SDTS 분석기와 프로파일 검증기로 이루어지며, 그 구조는 그림 3.3과 같다.

SDTS는 공간 데이터가 순차적으로 들어가 있으며 다른 형상들과 연결되어 있기 때문에 데이터의 편집을 수행하려면 데이터를 적당한 형태의 중간 화일이나 데이터베이스로 저장시켜 주어야 하는데, 이러한 작업을 SDTS 분석기가 담당하고 있다. SDTS 분석기의 모듈 중 SDTS 데이터의 입출력을 담당하는 부분은

SDTS 화일로부터 공간 및 비공간 데이터를 읽어들이 분석한 후 데이터 저장 관리자로 저장하는 SDTS 수입 모듈과 데이터 저장 관리자로부터 데이터를 읽어들이 SDTS 화일을 생성하는 SDTS 수출 모듈로 나뉘어진다. 데이터의 오류 분석은 SDTS 데이터 분석시 수행하며 SDTS 화일의 오류 검사, 데이터의 무결성 검사, 참조하는 형상의 존재 검사 등을 수행하고 그 결과를 레포팅해 준다. 그리고, SDTS 데이터 분석시 위상이 있는 모듈의 분석을 위한 SDTS 위상 분석 모듈과 SDTS 데이터 생성시 위상이 있는 모듈의 생성을 위한 SDTS 위상 생성 모듈이 있다.

프로파일 검증기는 사용자의 프로파일에 대한 검증 요청이 있을 때 프로파일에 대한 정보를 체크리스트로 만들어 검증을 수행한 후 결과를 되돌려 주는 기능과 사용자가 새로운 SDTS 화일의 생성시 원하는 프로파일로 설정해 주는 기능을 제공한다. 사용자가 로딩한 SDTS 데이터 중 필요한 형상만 따로 SDTS 화일로 생성하길 원한다면 사용자가 원하는 프로파일로 설정한 후 SDTS 화일로 생성하면 된다. 프로파일 검증기는 프로파일 검증을 원하는 소프트웨어에서 재사용이 가능하도록 COM 컴포넌트로 구현된다.

3.3.3 데이터 관리자

데이터 관리자는 요구된 질의를 분석하고, 분석된 질의에 따라 SDTS 관리자 또는 데이터 저장 관리자로 필요한 함수를 호출한 후 그 결과를 반환한다. 데이터 관리자는 질의 관리기와 데이터 조작기로 이루어지며, 그 구조는 그림 3.4와 같다.

사용자 인터페이스 관리자로부터 전달되는 질의는 크게 형상 입출력 질의, 형상 편집 질의, 형상 확대 질의, 프로파일 질의로 구분된다. 데이터 관리자는 이러한 사용자로부터 요구된 질의를 분석하고, 분석된 질의를 통해 SDTS 관리자 또는 데이터 저장 관리자로 필요한 질의를 전달하여 물리적으로 저장된 데이터

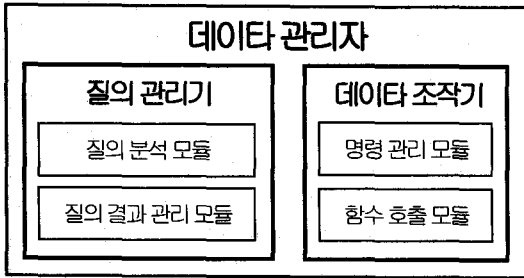


그림 3.4 데이터 관리자 구조

들에 대해 질의 처리에 관한 명령들을 수행한다.
 데이터 처리 절차를 살펴보면 질의 관리기의 질의 분석 모듈은 사용자 인터페이스 관리자로부터 요구된 질의를 분석한 후 명령 관리 모듈로 전달한다. 명령 관리 모듈은 분석된 질의에 대해 식별자를 부여한 후 분석된 질의를 함수 호출 모듈로 전달한다. 함수 호출 모듈에서 질의 처리에 필요한 함수를 호출하면 SDTS 관리자 또는 데이터 저장 관리자에 저장된 데이터에 대해 필요한 함수를 호출한 후 결과를 질의 결과 관리 모듈로 전달한다. 질의 결과 관리 모듈은 명령 관리 모듈로부터 얻은 식별자를 통해 질의 결과를 관리하며 질의 결과가 오면 사용자 인터페이스 관리자에 결과를 되돌려 주어 질의 처리에 따른 결과를 화면에 반영시킨다.

3.3.4 데이터 저장 관리자

데이터 저장 관리자는 공간 및 비공간 데이터의 물리적 저장 및 관리를 담당한다. 데이터 저장 관리자는 공간 데이터 관리기와 비공간 데이터 관리기로 이루어지며, 그 구조는 그림 3.5와 같다.
 공간 데이터 관리기는 효율적인 공간 객체의 인덱싱을 하기 위해 공간 인덱스 처리 모듈을 이용하며, R*-트리를 사용한다. 공간 객체 처리 모듈과 비공간 데이터 처리 모듈은 SDTS 관리자에 의해 분석된 공간 및

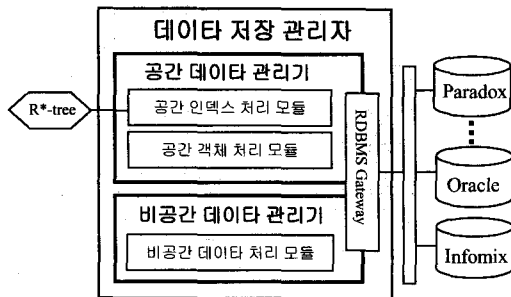


그림 3.5 데이터 저장 관리자 구조

비공간 데이터를 저장하며, 또한 데이터 관리자로부터 요구된 질의 명령을 처리한 후 결과를 되돌려 준다. 공간 및 비공간 데이터는 모두 RDBMS에 저장이 이루어지며, 공간 데이터 관리기와 비공간 데이터 관리기는 RDBMS Gateway를 통해 다양한 RDBMS로의 접근이 가능하다.

4. 시스템의 구현

본 장에서는 먼저 본 시스템의 구현 환경을 살펴보고, 관리자간의 인터페이스를 설명한 후, 시스템을 구성하는 각 관리자의 구현에 대해 설명한다.

4.1 구현 환경

본 시스템을 개발하기 위해 사용한 구현 환경은 다음과 같다. 운영체제는 Windows 98을 기반으로 하였으며, 메인 개발틀로 Inprise 사의 C++ Builder 4.0을 이용하였고, 객체 저장을 위한 RDBMS로 Paradox 4.0을 사용하였다. COM 콤포넌트 개발시 ActiveX 콘트롤의 구현은 Delphi 4.0을 이용하였으며, 구동 및 테스트는 C++ Builder 4.0에서 실행되었다.

4.2 관리자간의 인터페이스

본 시스템은 총 4개의 관리자로 나뉘어 구현되며, 4개의 관리자들은 서로 데이터를 주고 받으며 유기적으로 연결되어 있다. 그래서, 각각의 관리자를 구현하기 전에 4개의 관리자들간의 인터페이스를 서로 맞출 필요가 있다. 그림 4.1은 이러한 관리자들간의 인터페이스를 맞추기 위해 데이터 흐름을 표현한 시스템 DFD(Data Flow Diagram)이다.

사용자 인터페이스 관리자는 사용자로부터 요구가 있을 경우 필요한 질의를 생성하여 데이터 관리자로 전달한다. 데이터 관리자는 처리 명령을 수행하기 위해 형상 입출력 질의, 프로파일 질의, 형상 편집 질의의 경우 SDTS 관리자로 함수 인자를 생성하여 전달하며, 형상 확대 질의의 경우 데이터 저장 관리자로 함수 인자를 전달한다.

(1) 형상 입출력 질의 처리

데이터 관리자가 SDTS 관리자에게 입출력할 모듈명을 넘겨주면 SDTS 관리자는 데이터 저장 관리자와의 인터페이스를 통해 객체 데이터를 주고 받아 물리적으로 처리한 후 처리 결과를 데이터 관리자에게 전달한다. SDTS 관리자와 데이터 저장 관리자는 이리

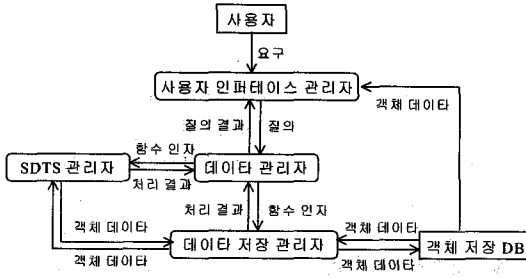


그림 4.1 시스템 DFD

한 함수 인자를 전달받아 적절한 동작을 수행한 후 처리 결과를 데이터 관리자로 전달한다.

(2) 프로파일 질의 처리

프로파일 질의는 설정 질의와 검증 질의로 나뉘어진다. 설정 질의시 사용자는 현재 설정된 프로파일 정보를 사용자 인터페이스 관리자의 프로파일 질의 모듈을 통해 얻은 후, 사용자가 원하는 프로파일로 설정하면 데이터 관리자는 설정된 프로파일 정보를 SDTS 관리자로 전달한다. SDTS 관리자는 기존의 프로파일을 프로파일 설정 모듈을 통해 사용자가 설정한 프로파일로 바꾼 후 처리 결과를 데이터 관리자로 전달한다. 검증 질의시 데이터 관리자는 검증 명령을 SDTS 관리자로 전달하면, SDTS 관리자의 프로파일 검증 모듈을 통해 프로파일 검증을 수행한 후 검증 결과를 데이터 관리자로 전달한다.

(3) 형상 편집 질의 처리

사용자가 사용자 인터페이스 관리자의 SDTS 편집 모듈을 통해 공간 및 비공간 객체의 편집을 수행하면 삽입, 갱신, 삭제에 따른 질의가 생성되어 데이터 관리자로 전달되고, 데이터 관리자는 편집 종류(삽입, 갱신, 삭제), 모듈명, 객체 ID, 공간 좌표값들을 인자로 생성하여 SDTS 관리자로 전달한다. SDTS 관리자는 위상이 존재하는 모듈인 경우 위상을 생성하여 객체 데이터와 함께 데이터 저장 관리자로 전달한다. 데이터 저장 관리자는 객체 저장 DB와 연동하여 물리적으로 공간 및 비공간 데이터의 변경이 반영되도록 한 후, 처리 결과를 데이터 관리자로 전달한다.

(4) 형상 확대 질의 처리

사용자가 특정 영역을 선택한 경우 이 선택된 영역은 확대되어 사용자에게 보여져야 한다. 이러한 처리를 위해 사용자가 선택한 특정 영역에 대한 최소, 최대의 (X, Y) 좌표값이 질의로 생성되어 데이터 관리자로 전달된다. 데이터 관리자가 형상 확대 질의를 받

게 되면 질의를 분석하여 형상 확대 명령과 함께 영역의 좌표값이 인자로 데이터 저장 관리자에 전달한다. 데이터 저장 관리자의 공간 인덱스 처리 모듈에서는 R*-트리로 생성된 인덱스를 통해 특정 영역에 포함되는 모든 공간 객체의 ID를 검색하게 된다. 검색이 끝나면 검색된 ID들의 집합은 처리 결과와 함께 데이터 관리자로 전달된다. 데이터 관리자는 처리 결과를 받으면 사용자 인터페이스 관리자에게 질의 결과를 전달하고, 사용자 인터페이스 관리자의 공간 데이터 출력 모듈은 객체 저장 DB에 직접적으로 접근함으로써 선택된 ID에 대응되는 객체를 디스플레이하게 된다.

4.3 시스템의 구성 관리자

본 절에서는 시스템을 구성하고 있는 각 관리자들을 구현하기 위해 사용된 다양한 기법에 대해서 설명한다.

4.3.1 사용자 인터페이스 관리자

사용자 인터페이스 관리자는 공간 데이터 출력기와 공간 형상 관리기로 나뉘어진다. 공간 데이터 출력기는 공간 데이터의 디스플레이를 담당하고, 공간 형상 관리기는 데이터의 로딩과 저장, 데이터의 편집, 사용자 요구에 따른 다양한 질의 생성을 담당하고 있다.

사용자가 SDTS 데이터를 로딩하기 위해 임의의 공간 객체 모듈을 선택할 경우 선택한 모듈만 로딩될 뿐만 아니라 선택한 모듈이 위상을 가진 모듈인 경우 연결된 위상 데이터 모듈도 같이 로딩되어야 한다. 이때 로딩된다는 의미는 모듈이 RDBMS 테이블에 데이터가 분석되어 저장이 이루어지고 화면에 디스플레이된다는 것이다. 그리고, 사용자가 데이터를 저장하고자 할 경우 점, 선, 면 모듈에 대해서 위상이 존재하는 모듈인 경우 사용자는 위상을 가진 모듈과 위상을 갖지 않은 모듈 중 선택하여 저장을 할 수 있다. 그림 4.2는 데이터의 로딩 및 저장시 모듈들간의 관계를

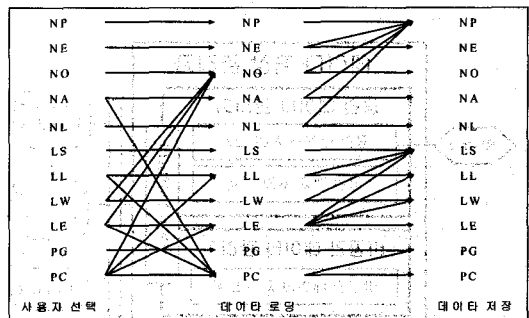


그림 4.2 데이터 로딩 및 저장시 모듈들간의 관계

나타내고 있다.

그림 4.3은 남한 지도로 된 SDTS 데이터에 대해서 사용자가 LE 모듈을 선택한 경우 NO, LE, PC 모듈이 동시에 로딩되어 디스플레이되고 있는 화면을 보여준다. 인터페이스 관리자의 디스플레이 채널 관리 모듈은 NO, LE, PC 모듈에 대해 각각 디스플레이 채널을 두어 관리하고 있으며, 사용자가 선택한 모듈에 대해서 디스플레이하고 있다.

4.3.2 SDTS 관리자

SDTS 관리자의 구현은 크게 공간, 위상, 속성 데이터의 로딩 및 저장, 글로벌 모듈 및 데이터 질 모듈의 로딩 및 저장, 프로파일 설정 및 검증 루틴 구현 등으로 나눌 수 있다.

- (1) 공간, 위상, 속성 데이터의 로딩 및 저장
 사용자가 공간 데이터 모듈을 로딩하면 공간 데이터

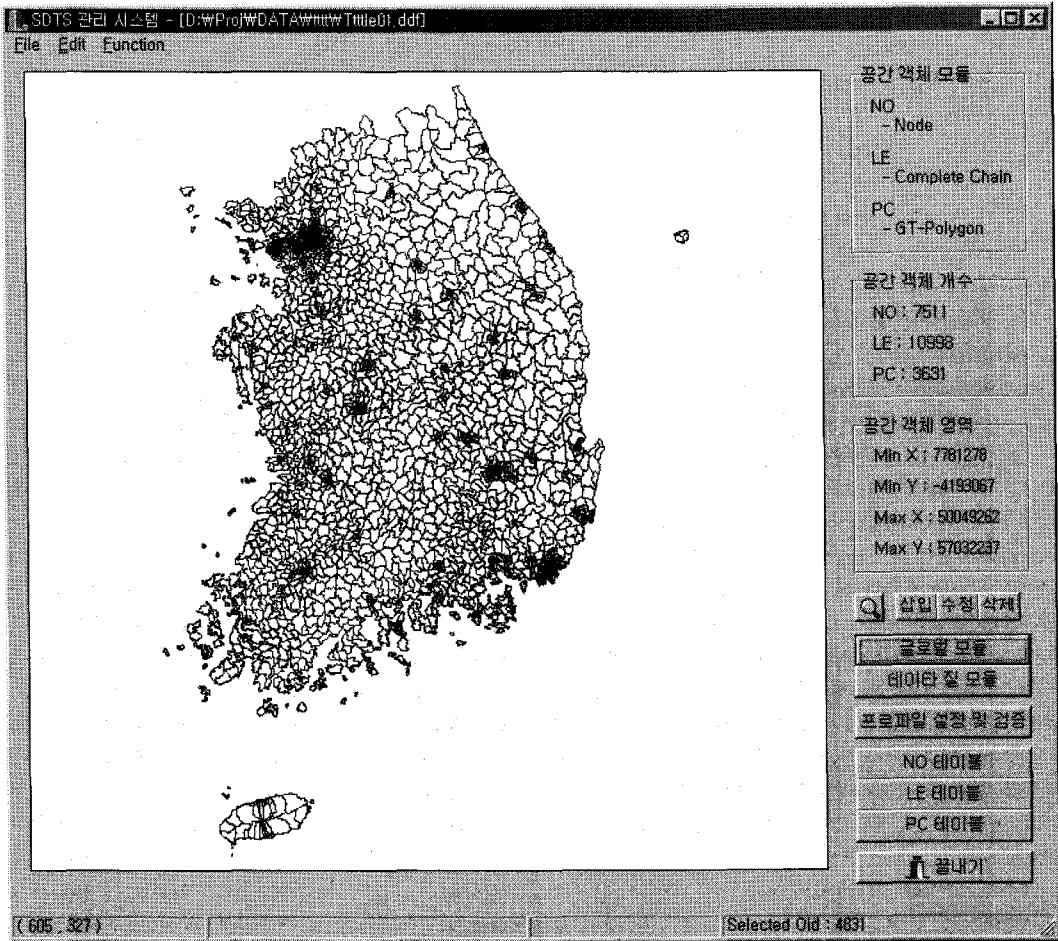


그림 4.3 남한 지도 디스플레이

사용자는 디스플레이되고 있는 화면을 통해 글로벌 모듈, 데이터 질 모듈, 그리고 RDBMS에 저장된 테이블에 대한 정보를 볼 수 있다. 또한, 확대 버튼을 클릭하여 특정 영역을 확대시킬 수 있으며, 삽입, 갱신, 삭제 버튼을 통해 특정 객체를 선택하여 객체를 편집할 수 있다.

출력기의 SDTS 수입 모듈을 통해 공간 및 비공간 데이터에 대한 분석이 이루어진다. 위상을 가진 모듈의 경우 SDTS 위상 생성 분석 모듈을 통해 위상 정보를 얻은 후 데이터 저장 모듈로 객체 데이터가 전달된다. 데이터 저장을 선택하면 데이터 저장 관리자로부터 객체 데이터를 전달받아서 공간 데이터 출력기의 SDTS

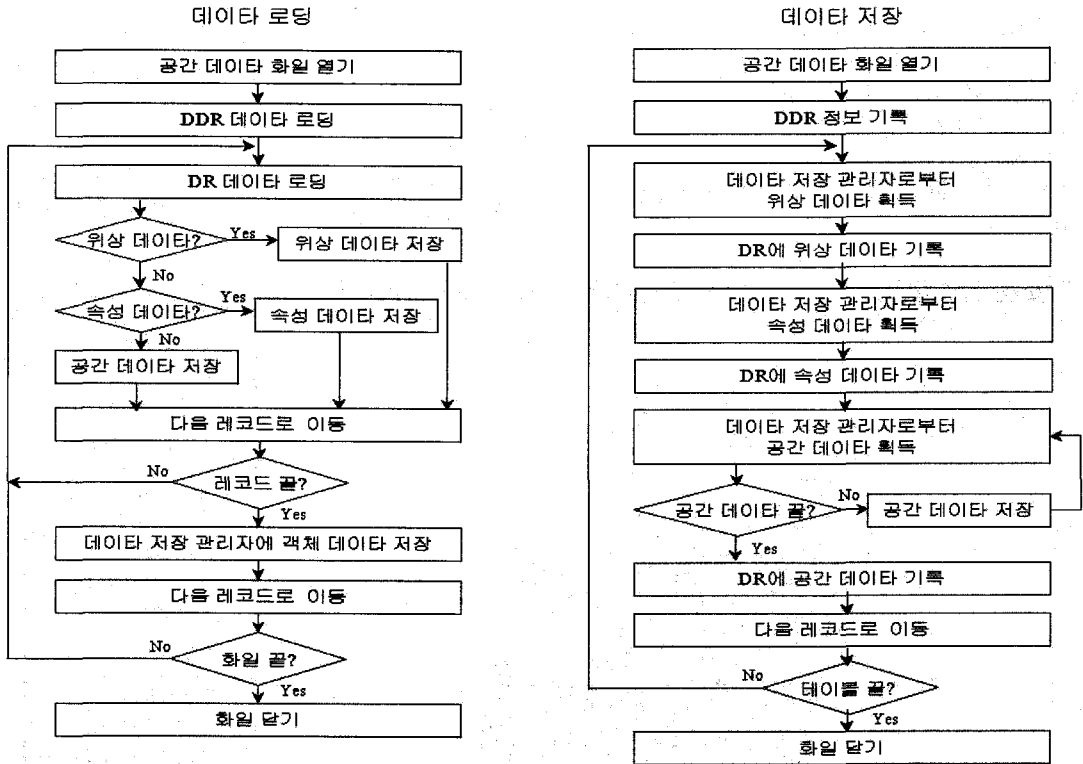


그림 4.4 SDTS 데이터의 로딩 및 저장 흐름도

수출 모듈을 통해 SDTS 데이터가 생성된다.

데이터 로딩을 위한 흐름은 먼저 SDTS 화일의 DDR을 읽어 변환하고자 하는 데이터의 구조와 설명 정보를 획득한 후, DR을 레코드 단위로 화일 끝까지 차례대로 읽어 위상 데이터, 속성 데이터, 공간 데이터를 구분하여 데이터 내용을 메모리로 읽은 후 데이터 저장 관리자를 통해 객체 데이터를 물리적으로 저장시킨다. 그리고, 데이터 저장을 위한 흐름은 먼저 저장할 객체의 DDR 정보를 화일에 기록한 후, 레코드 단위로 데이터 저장 관리자로 부터 위상 데이터와 속성 데이터를 읽어 저장하고, 공간 데이터의 좌표값들을 차례대로 읽어 공간 데이터 좌표값의 집합을 획득한 후 DR에 공간 데이터를 기록한다. 이러한 기록은 데이터 저장 관리자의 테이블 끝에 도달할 때까지 반복한다. SDTS 데이터에 대한 로딩 및 저장 흐름도는 그림 4.4와 같다.

SDTS 데이터의 로딩 및 저장은 FIPS 라이브러리 [7]의 입출력 함수를 통해 이루어지게 된다. 화일 열기는 beg123file(), 화일 닫기는 end123file() 함수

를 이용하고, 로딩은 DDR의 경우 rd123ddrec(), DR의 경우 rd123sflid() 함수를 이용하며, 저장은 DDR의 경우 beg123ddrec(), wr123ddfild(), end123ddrec(), DR의 경우 beg123rec(), wr123fild(), end123rec() 함수를 이용한다.

(2) 글로벌 모듈 및 데이터 질 모듈의 로딩 및 저장

사용자가 공간 데이터를 로딩하면 공간, 위상, 속성 데이터 뿐만 아니라 12개의 글로벌 모듈과 5개의 데이터 질 모듈도 같이 로딩된다. 각 모듈마다 하나의 테이블이 생성되며, 테이블의 구조는 하나의 SDTS 하위필드당 하나의 테이블 필드를 갖게 된다.

글로벌 모듈은 SDTS 데이터에 대한 일반 정보, 좌표체계, 스케일, 모듈간의 관계 등 자세한 내용을 가지고 있으며, 데이터 질 모듈은 데이터의 질에 대한 정보를 가지고 있다. 글로벌 모듈과 데이터 질 모듈의 로딩은 하위필드에 있는 데이터를 읽을 때마다 데이터 저장 관리자를 통해 RDBMS의 테이블에 저장이 이루어진다. 데이터 로딩시 글로벌 모듈은 하나의 모듈이 하나의 레코드를 가진 모듈과 n개의 레코드를 가진 모

물로 나눌 수 있다. 하나의 레코드를 가진 모듈은 Identification, Security, Internal Spatial Reference, External Spatial Reference, Spatial Domain 등이 있고, n개의 레코드를 가진 모듈은 Catalog/Directory, Catalog/Cross-Reference, Catalog/Spatial Domain, Data Dictionary/Definition, Data Dictionary/Domain, Data Dictionary/Schema, Transfer Statistics 등이 있다. 데이터 질 모듈은 하나의 모듈이 하나의 레코드를 가진다.

데이터 저장시 글로벌 모듈은 수동 생성 모듈과 자동 생성 모듈로 나뉘어진다. 수동 생성 모듈은 데이터가 로딩 후 사용자가 글로벌 모듈의 데이터를 변경하여 저장할 수 있는 모듈이고, 자동 생성 모듈은 모듈간의 관계, 모듈명, 객체 개수와 같이 데이터 저장시 시스템이 자동적으로 생성시켜 주는 모듈이다. 수동 생성 모듈은 Identification, Catalog/Spatial Domain, Security, Internal Spatial Reference, External Spatial Reference, Data Dictionary/Definition, Data Dictionary/Domain, Data Dictionary/Schema 등이 있

고, 자동 생성 모듈은 Catalog/Directory, Catalog/Cross-Reference, Spatial Domain, Transfer Statistics 등이 있다. 그림 4.3에서 디스플레이되는 화면 중 “공간 객체 모듈” 항목은 Catalog/Diction-ary 모듈, “공간 객체 개수” 항목은 Transfer Statistics 모듈, “공간 객체 영역” 항목은 Spatial Domain 모듈의 분석을 통해 얻은 값들이다. 데이터 질 모듈은 5개의 데이터 질에 대해 사용자가 데이터 질에 관한 내용을 문서로 남기기 위한 모듈이다.

(3) 프로파일의 설정 및 검증

프로파일의 설정은 프로파일 검증기의 프로파일 설정 모듈에서 관리되고, 프로파일의 검증은 프로파일 검증 모듈에서 관리된다.

프로파일 설정 모듈은 SDTS의 모든 모듈에 대한 프로파일 정보를 체크리스트로 두어 관리하고 있으며 각 모듈별로 Mandatory, Optional, Prohibited 중 하나의 값이 저장되어 있다. 사용자가 프로파일에 대한 정보를 새로 설정하고자 할 경우 사용자 인터페이스 관리자의 프로파일 질의 모듈을 통해 프로파일에

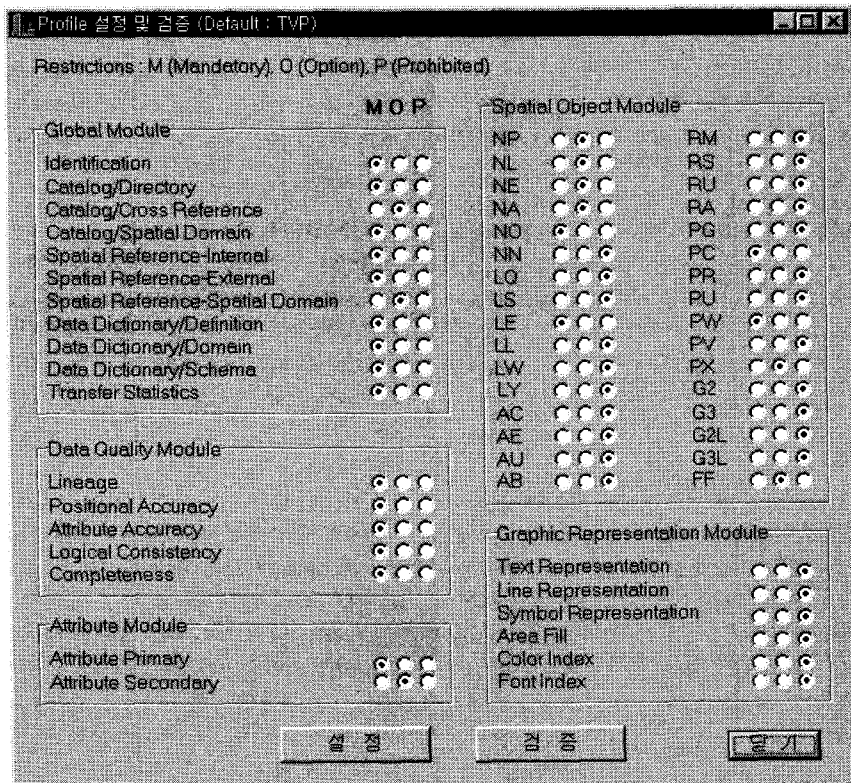


그림 4.5 프로파일 설정 및 검증 인터페이스

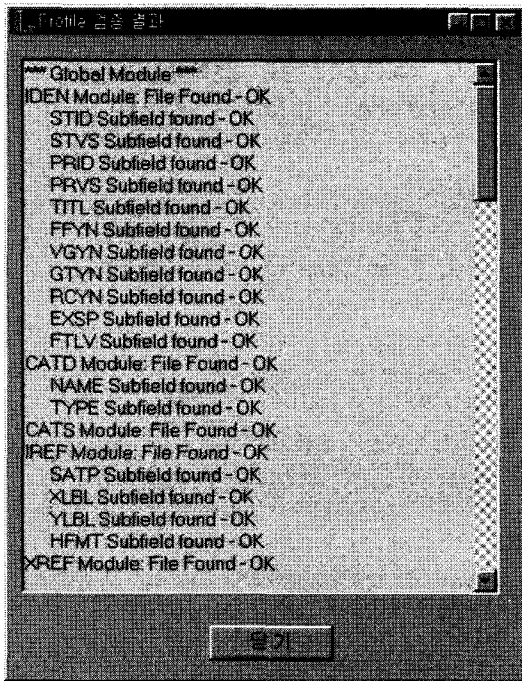


그림 4.6 프로파일 검증 결과

대한 정보를 얻은 후 이러한 프로파일 정보에 대해 사용자가 원하는 새로운 프로파일로 설정하게 되면 프로파일 설정 모듈은 데이터 관리자로부터 프로파일 정보를 전달받아 새로 설정된 프로파일을 저장하게 된다. 프로파일 설정시 로딩된 SDTS 데이터가 위상이 존재할 경우 위상이 존재하지 않는 모듈로의 Mandatory 설정은 가능하다, 위상이 존재하지 않을 경우 위상이 존재하는 모듈로의 Mandatory 설정은 불가능하다. 예를 들어, LE 모듈이 로딩된 경우 LS, LW, LL 모듈을 Mandatory로 설정하는 것은 가능하다, LS가 로딩된 경우, LW, LL, LE 모듈을 Mandatory로 설정하는 것은 불가능하다.

프로파일 검증 모듈은 두단계의 과정을 거쳐서 검증 작업을 수행한다. 첫번째 단계는 사용자가 설정한 모듈 중 Mandatory로 설정한 모듈이 존재하는지, Prohibited로 설정한 모듈이 존재하지 않는지 체크한다. 그래서, 체크한 모듈이 모두 만족한 경우 두번째 단계로, Part 1에서 Mandatory 및 Prohibited로 정의한 필드 및 하위필드의 값이 존재하는지 체크하게 된다. 예를 들어, NE 모듈에서 Mandatory로 설정된 항목은 필드의 경우 Spatial Address, 하위필드의 경우 Module Name, Record ID, Object

Representation 등이 있고 그 항목들은 반드시 존재하여야 하며, Prohibited로 설정된 항목은 필드의 경우 Line ID, Orientation Spatial Address, Attribute Primary Foreign ID 등이 있고 그 항목들은 값이 존재하지 않아야 한다.

프로파일 검증기는 COM 컴포넌트인 ActiveX 컨트롤로 구현되어 있으며, 구현시 ActiveX 컨트롤의 파라미터 설정을 위해 타입 라이브러리를 이용하였다. 타입 라이브러리는 ActiveX 컨트롤이나 서버에 의해 생성되는 데이터 타입, 인터페이스, 멤버 함수, 객체 클래스 등의 정보를 포함하고 있는 화일을 말한다. 어플리케이션이나 OCX 화일에 타입 라이브러리 정보를 포함시키는 것은 OLE 또는 ActiveX 컨트롤로 하여금 다른 어플리케이션이나 프로그래밍 툴에서 사용 가능하게 하여 프로그램의 재사용성을 향상시키기 위함이다. 프로파일 검증기는 타입 라이브러리에서 Property 항목에 "파일명"을 추가시킴으로써 다른 어플리케이션에서 OCX 화일로 된 프로파일 검증기를 사용하고자 할 경우 "파일명" 항목에 검증을 위한 데이터 파일명을 입력하면, 프로파일 검증기는 파일명에서 디렉토리를 추출해 그 디렉토리 내의 SDTS 화일들에 대해 검증을 수행하게 된다.

그림4.5는 프로파일의 설정 및 검증을 위한 사용자 인터페이스 화면으로써 설정된 프로파일은 TVP를 나타내고 있으며, 그림 4.6은 프로파일을 검증한 후의 결과 화면을 보여 준다.

4.3.3 데이터 관리자

데이터 관리자는 사용자 인터페이스 관리자로부터 전달된 질의어를 파싱하여 분석한 후, SDTS 관리자 또는 데이터 저장 관리자로 함수 호출 및 인자 전달의 역할을 담당한다. 표 4.1은 사용자 인터페이스 관리자에서 생성되어 전달된 질의 유형별 질의어를 나타낸 것이다.

형상 입출력 질의시 질의어의 두번째 필드값이 "LOAD"인 경우 모듈명을 인자로 로딩 함수를 호출하며, "SAVE"인 경우 모듈명을 인자로 저장 함수를 호출한다. 함수 호출은 SDTS 관리자의 SDTS 분석기로 전달된다.

프로파일 질의시 질의어의 두번째 필드값이 "SET"인 경우 사용자가 설정한 프로파일 설정 데이터를 인자로 설정 함수를 호출하며, "VERF"인 경우 검증 함수를 호출한다. 함수 호출은 SDTS 관리자의 프로파일 검증기로 전달된다.

형상 편집 질의시 질의어의 두번째 필드값이 "INS",

“UPD”, “DEL”인 경우 공간 데이터의 편집을 의미하고, “ATTRADD”, “ATTRDEL”, “ATTRUPD”인 경우 속성 데이터의 편집을 의미한다. 공간 데이터 편집의 경우 “INS”는 객체 삽입을, “UPD”는 객체 갱신을, “DEL”는 객체 삭제제를 의미하며, 객체 삽입 및 갱신시 세번째 필드값이 “#S”인 경우 새로운 레코드의 시작을, “#E”인 경우 객체 삽입 및 갱신의 종료를 의미한다. 객체 삽입은 모듈명과 좌표값을 인자로 삽입 함수를 호출하며, 객체 갱신은 모듈명, 객체 ID, 좌표값을 인자로 갱신 함수를 호출하며, 객체 삭제는 모듈명과 객체 ID를 인자로 삭제 함수를 호출한다.

속성 데이터 편집의 경우 “ATTRADD”는 테이블의 속성 데이터 필드의 추가를 의미하며, 모듈명과 속성 필드명을 인자로 속성 필드 추가 함수를 호출한다. “ATTRDEL”은 테이블의 속성 데이터 필드의 삭제제를 의미하며, 모듈명과 속성 필드명을 인자로 속성 필드 삭제 함수를 호출한다. “ATTRUPD”는 특정 객체의 속성 필드값의 변경을 의미하며, 모듈명, 객체 ID, 속성 필드명, 속성값을 인자로 속성 변경 함수를 호출한다. 함수 호출은 SDTS 관리자의 SDTS 분석기로 전달된 후, 필요시 위상 생성 과정을 거친 다음 데이터 저장 관리자로 전달되어 물리적으로 반영된다.

형상 확대 질의시 질의어의 두번째 필드값이 “IN”인 경우 사용자가 선택한 영역의 좌표값을 인자로 확대 함수를 호출하며, “RESET”인 경우 확대 취소 함수를 호출한다. 확대 취소 함수는 확대되기 이전의 화면으로 되돌려 주는 함수이다. 함수 호출은 데이터 저장

관리자의 공간 데이터 관리기로 전달된다.

4.3.4 데이터 저장 관리자

데이터 저장 관리자는 공간 데이터를 관리하는 공간 데이터 관리기와 비공간 데이터를 관리하는 비공간 데이터 관리기로 나뉘어 구현되며, RDBMS Gateway를 통해 Paradox 테이블에 접근할 수 있다.

공간 데이터 관리기는 R*-트리를 이용하여 인덱스를 관리해 주는 부분과 공간 객체를 관리해 주는 부분으로 나뉘어진다. R*-트리로 인덱스를 구축할 경우 공간 객체가 생성되어 저장될 때마다 객체 ID와 MBR의 쌍으로 R*-트리에 삽입된다. 데이터 관리자가 형상 확대 질의를 받으면 데이터 저장 관리자의 공간 인덱스 처리 모듈에서는 사용자가 선택한 영역의 좌표값으로 R*-트리를 검색하여 검색된 노드 리스트를 반환한다. 1000개의 데이터로 실험한 결과 R*-트리의 초기 구축 비용은 3~4배 정도 증가한 반면, 검색 속도는 60~70% 정도 빨라졌다. 이러한 결과는 데이터의 수가 증가함에 따라 비례하여 초기 구축 비용은 증가하나, 검색 속도는 빨라진다는 것을 의미한다.

공간, 위상, 속성 데이터의 테이블 구조는 제 3장에서 각 모듈마다 설계한 저장 테이블의 구조를 바탕으로 한다. 공간 데이터는 그 특성상 각 객체가 가변 길이를 가지고 있으므로 RDBMS의 BLOB(binary large object) 필드에 저장되고, 위상과 속성 데이터는 필드와 필드값들의 집합으로 이루어져 RDBMS의 테이블 구조와 잘 맞으므로 각 위상과 속성마다 하나의 필드를 두어 저장된다.

표 4.1 질의 유형별 질의어

질의 유형	질의어
형상 입출력 질의	INOU LOAD {모듈명}
	INOU SAVE {모듈명}
프로파일 질의	PROF SET {프로파일 설정 데이터}
	PROF VERF
형상 편집 질의	EDIT INS #S
	EDIT INS {모듈명} {X} {Y}
	EDIT INS #E
	EDIT UPD #S
	EDIT UPD {모듈명} {객체 ID} {X} {Y}
	EDIT UPD #E
	EDIT DEL {모듈명} {객체 ID}
	EDIT ATTRADD {모듈명} {속성 필드명}
	EDIT ATTRDEL {모듈명} {속성 필드명}
EDIT ATTRUPD {모듈명} {객체 ID} {속성 필드명} {속성 값}	
형상 확대 질의	ZOOM IN {Min X} {Min Y} {Max X} {Max Y}
	ZOOM RESET

SDTS와 다른 포맷간의 데이터 변환 시스템의 개발 시 주로 중간 화일을 통해 변환을 시킨다. SDTS 관리자에서 분석된 모든 공간 및 비공간 데이터는 데이터 저장 관리자를 통해 RDBMS의 테이블의 형태로 관리가 이루어지는데, Paradox는 테이블당 하나의 화일로 구성되어 있으므로 이는 훌륭한 중간 화일의 기능도 수행할 수 있다. 그러므로, SDTS와 다른 포맷간의 변환 시스템을 개발할 경우 테이블의 구조만 파악하고 있다면 SDTS의 포맷 및 입출력 방법을 모른다 할지라도 본 시스템을 통해 테이블의 데이터만 읽고 저장하여 쉽게 변환 시스템을 개발할 수 있다.

6. 결 론

지리 정보 시스템은 대용량의 공간 데이터를 사용하며 다양한 소프트웨어와 하드웨어 상에서 구현된다. 이렇게 상이한 하드웨어, 소프트웨어, 운영체제 상에서 공간 데이터들간의 효율적인 데이터 교환이 불가능하다면 데이터 공유가 매우 어려울 뿐만 아니라 데이터의 중복 보관 및 관리로 인해 막대한 경제적 손실을 가져온다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 국가 차원에서 지리 정보 시스템에 관해 국가 표준을 설정하고, 공간 데이터베이스를 구축하고 있는데 국가 공통 데이터 교환 포맷으로 채택된 것이 SDTS이다. 그러나, SDTS 데이터에 대한 디스플레이 틀 조차 개발이 미비하여 SDTS 데이터와 다른 GIS 데이터 포맷간의 데이터 변환 시스템의 개발시 많은 어려움이 있었다.

본 논문에서는 국가 공통 데이터 교환 포맷인 SDTS 데이터의 디스플레이, 로딩 및 저장 기능, 삽입, 갱신, 삭제와 같은 편집 기능, 특정 영역의 데이터의 추출 및 생성 기능, SDTS 프로파일의 설정 및 검증 기능, 그리고 오류 검사 및 레포팅 기능을 GUI 환경에서 제공하는 SDTS 데이터 관리 시스템을 설계 및 구현하였다.

SDTS 데이터 관리 시스템을 구성하는 관리자들을 살펴보면 공간 데이터를 형상별로 관리하며 요구사항을 인식하고 처리된 결과를 출력해 주는 사용자 인터페이스 관리자, SDTS 데이터 분석 및 입출력과 프로파일에 대한 설정 및 검증을 담당하는 SDTS 관리자, SDTS 데이터에 대한 질의 분석을 관리하는 데이터 관리자, 데이터의 물리적인 저장 및 관리와 공간 데이터의 인덱스를 지원하는 데이터 저장 관리자가 있다.

GIS 산업이 계속 활성화되고, SDTS 데이터의 수요가 증가함에 따라 SDTS 데이터의 분석 및 신뢰성에 대한 요구가 커질 것이므로 본 논문에서 개발한

SDTS 데이터 관리 시스템의 필요성은 더욱 증대될 것이다.

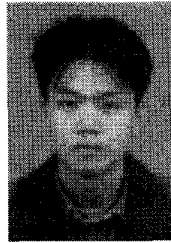
현재에는 프로파일 검증기만 COM 콤포넌트로 개발되었으므로 향후 연구 과제로 각 관리자별로 유용한 모듈을 COM 콤포넌트로 개발하여 서로 연결함으로써 하나의 SDTS 데이터 관리 시스템을 개발하는 것이다. 또한, 다중 사용자가 접속할 수 있는 클라이언트/서버 환경의 시스템 개발을 통해 Co-work이 가능하게 함으로써 SDTS 데이터의 효율적인 관리 및 공유가 이루어질 필요가 있으며, 래스터 데이터에 대한 연구도 더 진행되어야 할 것이다. 그리고, SDTS 데이터를 XML로 변환하는 시스템을 개발함으로써 좀 더 범용적이고 효율적인 지리 데이터의 공유가 가능하게 할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] Altheide, P., "An Implementation Strategy for SDTS Encoding," *Cartography and Geographic Information System*, Vol.19, No.5, Dec. 1992, pp. 306-310.
- [2] Beckmann, N., Kriegel, H.P., Schneider, R., and Seeger, B., "The R*-tree: An Efficient and Robust Access Method for Points and Rectangles," *Proc. of the ACM SIGMOD Int. Conf.*, June 1990, pp. 322-331.
- [3] Coleman, D.J., and John, D.M., "Standards for Spatial Information Interchange: A Management Perspective," *Canadian Institute for Surveying and Mapping Journal*, Vol.46, No.2, June 1992, pp. 131-141.
- [4] Craig, W.J., Paul, T., and Niaz, A.K., "Sharing Graphic Data Files in an Open System Environment," *URISA Journal*, Vol.3, No.1, Spr. 1991, pp. 20-32.
- [5] Gunther, G., and Buchemann, A., "Research Issues in Spatial Databases," *Proc. of the ACM SIGMOD Record*, Vol.19, No.4, Dec. 1988, pp.61-68.
- [6] Lazar, R., "The SDTS Topological Vector Profile," *Cartography and Geographic Information System*, Vol.19, No.5, Dec. 1992, pp. 296-299.

- [7] Lazar, R., "SDTS Support Software: The FIPS 123 Function Library," Cartography and Geographic Information System, Vol.19, No.5, Dec. 1992, pp. 303-305.
- [8] Medeiros, C.B., and Pires, F., "Databases for GIS," Proc. of the ACM SIGMOD Int. Conf., Mar. 1994, pp. 107-115.
- [9] National Institute of Standards and Technology. The Spatial Data Transfer Standard, Federal Information Processing Standard Publication 173, U.S. Department of Commerce, 1992.
- [10] Rogerson, D., Inside COM, Microsoft Press, Feb. 1997.
- [11] Stigberg, D., "An SDTS Implementation for GRASS," Cartography and Geographic Information System, Vol.21, No.3, July 1994, pp. 162-171.
- [12] Williams, M.G., "Conversion of a U.S. Geological Survey DLG-3 Data Set to the SDTS Topology Vector Profile," Cartography and Geographic Information System, Vol.19, No.5, Dec. 1992, pp.315-320.
- [13] 오병우, 이강준, 한기준, "SDTS와 Informap간의 데이터 변환 시스템의 설계 및 구현," 한국지형공간정보학회 논문지, 제4권2호, Dec. 1996, pp. 109-121.
- [14] 오병우, 한기준, "지리 정보 시스템을 위한 표준화," 한국정보과학회 정보과학회지, 제13권 10호, 1995, pp.46-55.
- [15] 이강준, 김준중, 설영민, 한기준, "SDTS 변환 시스템," 개방형 GIS 학술회의 논문집, July 1998, pp. 183-195.

공간 데이터 마이닝, 객체 관계형 데이터베이스
백 인 구



1998년 건국대학교 컴퓨터 공학과 졸업 (공학사)
2000년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)
2000년 ~ 현재 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
관심분야 : 지리정보시스템 (GIS), 컴포넌트 GIS, 개방형 GIS, 웹 데이터베이스, 실시간 데이터베이스

한 기 준



1979년 서울대학교 수학교육학과 졸업(이학사)
1981년 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학석사)
1985년 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학박사)
1990년 Stanford 대학 전산학과 visiting scholar

1985년 ~ 현재 건국대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 지리정보시스템 (GIS), 객체 지향 데이터베이스, 개방형 GIS, 컴포넌트 GIS, 공간 데이터 웨어하우스, 주기억-상주 데이터베이스

설 영 민



1998년 건국대학교 컴퓨터 공학과 졸업 (공학사)
2000년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)
2000년 ~ 현재 (주)키스톤테크 놀로지 연구원
관심분야 : 지리정보시스템

(GIS), 실

시간 데이터베이스,