

# SDTS 변환기 구축을 위한 CASE Tool

정선영, 차정숙, 이기준  
부산대학교 전자계산학과

## The CASE Tool for Building SDTS Translator

Sun-Young Jeong, Jung-Sook Cha, Ki-Joune Li

Department of Computer Science, Pusan National University  
e-mail : {syjeong, chasook, lik}@spatios.cs.pusan.ac.kr

### 요약

공간 정보를 저장하고 관리하여 분석과 응용을 할 수 있게 해주는 공간 데이터는 그 제작 기관에 따라 모델링 방법과 포맷이 서로 다르다. 이처럼 서로 다른 형식의 데이터들 간의 상호 변환이 필요함에 따라 공간 데이터 변환을 위한 표준안들이 제시되었고 우리나라에서는 교환 표준으로 SDTS를 채택하였다. 하지만 사용자의 데이터 포맷을 SDTS 교환 포맷으로 바꾸어 ISO8211 파일로 전환하는 작업은 많은 노력과 시간을 필요로 한다. 따라서 본 논문은 다양한 사용자의 데이터 포맷과 SDTS 교환 포맷 사이에 쉽게 변환해 줄 수 있는 응용 프로그램을 설계하고 구현하고자 한다.

### 1. 서론

정보가 중요한 가치의 척도가 되는 요즘 새롭게 그 필요성과 유용성에 관심이 고조되고 있는 것이 바로 공간 정보이다. 공간 정보를 저장하고 관리하여 분석과 응용을 할 수 있게 해 주는 지리 정보 시스템은 그 제작 회사에 따라 공간 데이터를 저장하는 포맷이 서로 다르다.

공간 데이터는 일반적으로 우리가 사용해 오던 데이터와는 달리, 데이터를 획득하여 입력하는 데 비용과 시간이 많이 든다. 실제로, 지리 정보 시스템 개발 비용의 60% 이상을 차지하고 있다[3]. 그러므로 기존에 입력된 공간 데이터의 중복 입력 및 저장을 줄이기 위하여 서로 다른 형식의 데이터의 상호 변환이 필요하게 되었다. 이를 위하여 미국 DCDSTF(Digital Cartographic Data Standard Task Force)에서 SDTS(Spatial Data Transfer Standard)를 만들게 되었고, NIST(National Institute of Standard and Technology)에서 승인을 받아 FIPS(Federal Information Processing Standard)173으로 제정되었다[1,2,4]. 현재, 우리나라에서 국가 지리 정보 시스템을 개발하는 사업을 진행 중에 있는데, 공통 데이터 교환 포맷으로 SDTS를 채택하게 되었다.

하지만, 사용자의 데이터 포맷을 SDTS 교환 포맷으로 바꾸어 ISO8211 파일로 전환하는 작업은 사용자 자신의 데이터 포맷과 SDTS 데이터 포맷 사이에 변환 관계를 정의해야 하기 때문에 사용자 자신의 데이터 포맷에 대한 연구뿐만 아니라 SDTS 교환 포맷에 대한 연구가 필요하다. 그러나, SDTS 교환 포맷은 여러 데이터 포맷을 수용할 수 있도록 되어 있기 때문에 포맷 자체가 복잡해서 이해하기가 힘들어 많은 노력과 시간을 필요로 한다[4].

따라서 본 논문에서는 다양한 사용자의 데이터 포맷을 수용하고 그것과 SDTS 교환 포맷 사이에 쉽게 변환해 줄 수 있는 응용 프로그램을 설계하고 구현하고자 한다. 즉, 사용자는 자신의 데이터 포맷만 알고 있으면 쉽게 SDTS 변환기를 구축할 수 있도록 해 주는 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존에 개발된 SDTS 변환기에 대한 연구로 SDTS에 대한 분석과 기존에 개발된 SDTS 변환기에 대해 소개하고 3장에서는 본 논문에서 제시하고 있는 SDTS 변환기 구축을 위한 CASE Tool의 목적과 기능에 대해 소개하고 4장에서는 개발된 시스템의 전체적인 구조와 구성하고 있는 각각의 구성요소에 대해 설명하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

### 2. 기존 SDTS 변환기에 대한 연구

본 장에서는 변환기를 개발하기 위한 기본적인 연구로 SDTS 교환 포맷에 대한 분석과 기존에 개발된 SDTS 변환기의 기능, 특징, 그리고 문제점에 대해 서술한다.

#### 2-1. SDTS 교환 포맷 분석

SDTS는 현재 전체 6개의 Part로 나누어져 있다. Part 1, 2, 3은 SDTS의 기본적인 규정에 대한 내용이고, Part 4, 5, 6은 프로파일(Profile)들이다[1].

SDTS Part 1은 개념적인 모델과 공간 객체들의 종류, 데이터 품질 보고서의 구성 요소 그리고 공간 데이터 전환을 위하여 필요한 모든 정보를 가지고 있는 모듈들에 대하여 설명하고 있다. Part 2는 공간 형상과 이와 관계된 속성들의 설명에 대한 내용이며, Part 3은 물리적인 매체를 통하여 SDTS를 서로 교환하기 위한 물리적인 데이터 코딩을 위한 국제 표준인 ISO 8211(또는 FIPS 123)에 대하여 설명하고 있다. 그리고, Part 4, 5, 6은 각각 TVP(Topological Vector Profile), RP(Raster Profile), PP(Point Profile)에 대해 설명하고 있다.

변환 과정을 살펴보면 원시 데이터가 SDTS의 전환모듈로 변환된 후, ISO 8211 규격에 따라 파일을 만들고, 이를 다시 SDTS의 전환모듈로 변환 후, 원하는 형태의 데이터로 전환하게 된다[2]. 여기에서 전환 모듈이란, SDTS Part 1에 규정되어 있는 34개의 모듈을 말하는데, 이들은 공통된 속성별로 크게 5가지로 분류된다. 첫째, 전체모듈로 데이터 전환에 필요한 일반적인 사항을 정의해 둔 부분으로 확인(Identification), 공간 참조 그리고 자료 사전 등 13개의 모듈들로 구성된다. 둘째, 데이터 질 모듈로 데이터의 계보, 위치의 정확성, 속성의 정확성, 논리적 일관성, 완벽성 등 5개의 모듈들로 구성된다. 셋째, 공간 객체 모듈로 벡터 모듈, 래스터 모듈, 복합 모듈이 이에 속한다. 넷째, 속성 모듈로 일차적 속성 모듈, 이차적 속성 모듈이 이에 속한다. 다섯째, 그래픽 표현 모듈로 심볼, 문자 그리고 지도를 구성하는 형상들을 표현하는 것 등으로 구성된다.

본 논문에서 사용되는 모듈은 모두 7가지로 다음과 같다. 변환의 내용을 정의하고 변환 되는 모든 모듈에 대한 정보를 포함하고 있는 카탈로그 디렉토리모듈과 사용되는 모든 모듈의 통계적 정보를 포함하고 있는 변환 통계모듈, 그리고 [표 1]에서 보는 바와 같이 5개 벡터

모듈(Point-Node, Line, Polygon, Ring, Composite)이 사용된다.

모듈 유형	객체 표현	표현 코드
Point-Node	Point	NP
	Entity Point	NE
	Label Point	NL
	Area Point	NA
	Node, Planar graph	NO
	Node, Network	NN
Line	String	LS
	Link	LQ
	Complete Chain	LE
	Area Chain	LL
	Network Chain, Planar graph	LW
	Network Chain, Non-Planar graph	LY
Ring	Ring with mixed composition	RM
	Ring composed of strings	RS
	Ring composed of chains	RU
Polygon	G-polygon	PG
	GT-polygon composed of rings	PR
	GT-polygon composed of chains	PC
Composite	Composite	FF

[표 1] SDTS 에서 정의된 공간 객체

2-2. 기존 SDTS 변환기에 대한 연구

서로 다른 데이터 포맷 사이의 교환이 중요한 문제로 인식되면서 USGS(US Geographical Survey)에서 DLG(Digital Line Graph), DLG-3, DLG-E 를 위한 SDTS 변환기를 개발 했고, 다른 연방 기관에서 GRASS, TIGER 포맷을 위한 SDTS 변환기를 개발 했다. 그리고, 지리 정보 시스템 개발 도구 중에서 SDTS 변환 기능을 제공하는 것으로 ESRI 의 Arc/Info, Intergraph 사의 MGE 등이 있다[5]. 그 외 SDTS 변환기를 개발 한 회사나 기관이 많이 있으며 본 절에서는 앞에서 언급한 SDTS 변환기를 중심으로 변환기의 특징과 문제점에 대해 서술한다.

첫째, USGS 에서 개발한 SDTS 변환기는 완전 위상 정보를 가진 공간 객체와 속성 정보를 변환하는 기능을 제공하며 SDTS 데이터 포맷의 물리적 레벨과 논리적 레벨을 쉽게 접근할 수 있도록 만든 CSP(Common Software Platform)라이브러리를 기반으로 해서 만들어 졌다. 그러나, 변환 처리시 처리 속도가 느리고 가상 메모리를 많이 소비하는 문제 때문에 성능 향상을 위해 SDTS++을 개발하여 사용하고 있다.

둘째, GRASS 데이터 포맷에 대한 SDTS 변환기의 특징은 도로나 강 줄기를 표현하는 라인 세그먼트와 영역을 표현하는 라인 세그먼트를 TVP에서는 구분하고 있지 않지만 여기에서는 구분하고 있다. 또한, 영역에 대한 속성 데이터를 영역 객체에 직접 부여하는 것이 아니라 영역에 대표점을 두어 그것에 속성 데이터를 부여하고 있다. 그리고, 속성 데이터에 대한 처리는 하나의 정수 속성이나 속성에 대한 카탈로그 번호정도를 다루고 있다. 앞으로, 메타 데이터에 대한 변환과 속성 데이터를 RDBMS 와 연결시키는 연구가 필요하다[6].

마지막으로, 지리 정보 시스템 개발 도구 중 Arc/Info 는 TVP 를 기반으로 변환기를 개발했고 앞으로 RP 와 PP 를 기반으로 하는 변환기를 개발할 계획이다[7]. MGE 는 TVP 와 RP 를 기반으로 벡터 데이터와 래스터 데이터 모두 변환할 수 있는 기능을 제공한다. 하지만, Arc/Info 나 MGE 의 SDTS 변환기는 각각 자신의 공간 데이터를 변환하는 데에는 문제가 없이 작동하지만, Arc/Info 와 MGE 사이의 데이터 변환은 제대로 작동하지 않는 문제점이 있다.

따라서, 본 논문에서는 SDTS 변환기 구축을 위한 CASE Tool 을 설계하고 구현 함으로써 변환기를 쉽게 개발할 수 있도록 할 뿐만 아니라 데이터 포맷사이 변환을 정확하고 빠르게 하고자 한다.

3. SDTS 변환기 구축을 위한 CASE Tool

SDTS 변환기를 구축하기 위해서는 사용자 데이터 포맷과 SDTS 데이터 포맷 사이에 변환 관계를 정의해야 하기 때문에 사용자 자신의 데이터 포맷에 대한 연구뿐만 아니라 SDTS 데이터 포맷에 대한 연구가 필요하다. 그러나, SDTS 데이터 포맷 자체가 교환 포맷이기 때문에 다양한 데이터 포맷을 수용할 수 있도록 되어 있어 매우 복잡하여 이해하기가 어렵다. 다시 말해서, SDTS 교환 포맷은 위상 정보가 없는 기하

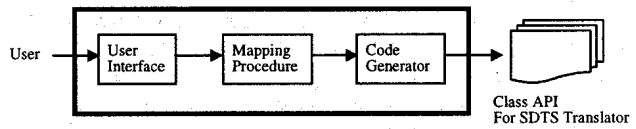
데이터, 비평면 위상 데이터, 평면 위상 데이터, 완전 위상 데이터 모두를 하나의 데이터 포맷으로 정의하고 있기 때문에 어떤 상황에서 어떤 공간 객체를 선택해야 되는지에 대해 사용자 자신이 잘 이해하고 있어야 한다. 그리고 그것을 이해하고 사용하는 데에는 많은 시간과 노력이 필요하다[4]. 따라서, 복잡한 SDTS 데이터 포맷에 대한 이해 없이 사용자 자신의 데이터 포맷만 이해하고 있어도 쉽게 SDTS 변환기를 구축할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

따라서, 본 논문에서는 SDTS 변환기 구축을 위한 CASE Tool 을 설계하고 구현함으로써 다양한 사용자 데이터 포맷을 그 포맷에 맞는 SDTS 변환기를 쉽게 개발할 수 있도록 한다.

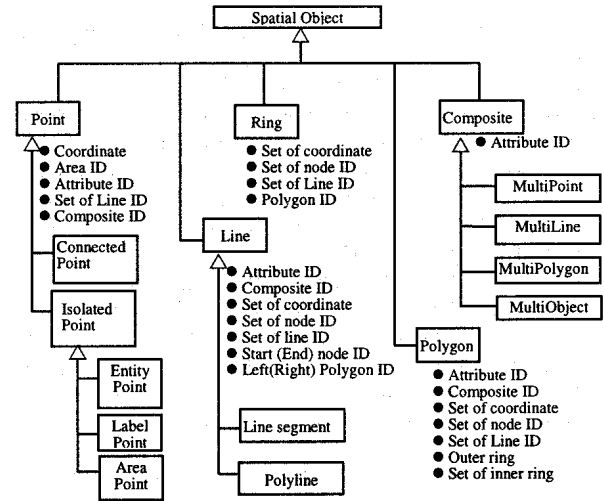
CASE Tool 에 의해 생성된 결과는 사용자가 SDTS 변환기를 쉽게 만들 수 있도록 해주는 클래스 API 들이다. 이들 API 는 FIPS 123 라이브러리와 본 논문에서 자체 개발한 라이브러리를 기반으로 하고 있기 때문에 처리 속도와 가상 메모리 사용면에서 성능 향상을 보인다. 그리고, 앞에서 언급 한 바와 같이 CASE Tool 에서 처리하고 있는 공간 정보는 메타 데이터와 래스터 데이터를 제외한 나머지 벡터 데이터에 대해서 처리한다.

4. 시스템의 구조

SDTS 변환기 구축을 위한 CASE Tool 의 전체적인 구조는 [그림 1]과 같이 크게 3 가지 요소로 나누어 진다. 첫째, 사용자의 데이터 포맷을 받아 들이는 사용자 인터페이스, 둘째, 사용자의 데이터 포맷과 SDTS 데이터 포맷사이 데이터 변환 관계를 맺어 주는 맵핑 프로시저, 셋째, 맵핑 프로시저를 통해서 나온 결과를 바탕으로 클래스 API 형태로 코드를 생성시켜 주는 코드 생성기로 이루어 진다.



[그림 1] CASE Tool 시스템 구조



[그림 2] 범용 데이터 모델

4-1. 사용자 인터페이스

앞에서 말한 바와 같이 본 논문의 목적은 어떤 특정한 데이터 포맷에 관한 국한 되어 있는 것이 아니라 다양한 데이터 포맷에 대해 그 포맷에 맞는 SDTS 변환기를 생성시켜주는 것이다. 다양한 데이터 포맷을 수용하기 위해서 [그림 2]과 같이 범용 데이터 모델을 제시하고 있다. 본 논문에서는 범용 데이터 모델 자체를 사용자 인터페이스에서 사용하면 사용자가 자신의 데이터 포맷에 대한 정보를 직접 입력할 수 있도록 하고 있다.

4-2. 맵핑 프로시저

맵핑 프로시저는 사용자 인터페이스를 통해서 입력된 데이터 포맷과 SDTS 데이터 포맷 사이에 데이터 변환 관계를 맺어 주는 단계이다. 이 단계는 크게 두 가지 종류로 나누어 질 수 있는데 첫째, 사용자 데이터 포맷에서 SDTS 데이터 포맷으로의 변환 관계(Export), 둘째, SDTS 데이터 포맷에서 사용자 데이터 포맷으로의 변환 관계(Import)이다.

4-2-1. Export

[표 2,3,4,5]는 사용자가 인터페이스를 통해서 입력한 공간 객체와 SDTS의 공간 객체 사이 변환 관계를 나타낸 것으로 Export 맵핑 프로시저는 이러한 변환 규칙을 가지고 처리한다. (여기에서 1은 반드시 필요함, 0은 반드시 불필요함, X는 선택사항임)

Coordinate	Area ID	Attribute ID	Set of line ID	Planar	Non-Planar	SDTS Object
1	X	X	0	X	X	NE
1	1	X	0	X	X	NA
1	X	1	0	X	X	NL
1	X	X	X	1	0	NO
1	X	X	X	0	1	NN

[표 2] Point 공간 객체 변환 관계

[표 2]은 점 공간 객체와 SDTS의 공간 객체 사이의 변환 관계이다. 여기에서 Composite ID, Attribute ID는 변환 관계에 있어서 결정적인 영향을 미치지 않고 있기 때문에 변환 관계 대상에서 제외 된다.

Left(Right) Polygon ID	Start(End) Node ID	Set of Line ID	Set of Coordinate	Set of Node ID	Planar	Non-Planar	SDTS Object
1	1	1/0	0/1	0	1	0	LE
1	1	0	0	1	1	0	LQ+LE
1	0	1/0	0/1	0	1	0	LL
1	0	0	0	1	1	0	LQ+LL
0	1	1/0	0/1	0	1	0	LW
0	1	1/0	0/1	0	0	1	LY
0	1	0	0	0	X	X	LQ
0	0	1	0	0	1	0	LW
0	0	1	0	0	0	1	LY
0	0	0	1	0	0	1	LS
0	X	0	0	1	1	0	LQ+LW
0	X	0	0	1	0	1	LQ+LY

[표 3] Line, Line segment, Polyline 공간 객체 변환 관계

[표 3]는 라인, 라인 세그먼트, 폴리라인 공간 객체와 SDTS 공간 객체 사이의 변환 관계를 나타낸 것이다. 특히, 공간 객체가 노드의 집합들로 이루어진 경우 SDTS 공간 객체로 표현할 수 없기 때문에 약간의 변형이 필요하다. 여기에서는 노드의 집합을 두 개씩 쌍을 지어 SDTS에서 시작점과 끝점을 가지는 LQ로 변형시킨다. 그 다음 라인이나 라인 세그먼트, 폴리라인은 LQ의 집합으로 이루어진 공간 객체로 변환시킨다.

[표 4, 5]는 각각 링과 폴리곤 공간 객체와 SDTS 공간 객체 사이의 변환 관계를 나타낸 것이다. 여기에서도 마찬가지로 공간 객체가 노드의 집합으로 이루어진 경우 라인에서의 변형을 그대로 적용시켰다. 그리고, 공간 객체가 위상 정보가 없는 좌표점의 집합으로 이루어진 경우도 SDTS의 공간 객체로 변환시킬 수 없기 때문에 좌표점의 집합을 위상 정보가 없는 LS로 변형시킨 다음, 공간 객체를 LS의 집합으로 변환시킨다.

Set of coordinate	Set of node ID	Set of line ID	SDTS object
1	0	0	LS+RS
0	1	0	LQ+RU
0	0	0	RU
0	0	1	If Line = LS, RS Else RU

[표 4] Ring 공간 객체 변환 관계

Set of Coordinate	Set of Node ID	Set of Line ID	Outer Ring	Set of Inner ring	SDTS object
1	0	0	0	0	LS+PG
0	1	0	0	0	LQ+PG
0	0	1	0	0	If line = LE, PC Else PG
0	0	0	1	0	PR
0	0	0	1	1	PR

[표 5] Polygon 공간 객체 변환 관계

SDTS 공간 객체	사용자 공간 객체
NP, NE, NL, NA, NO/NN	Point, Isolated Point, Label Point, Area Point, Connected Point
LS, LQ, LY, LW, LL, LE	Line Segment or Polyline or Line
RM, RS, RU	Ring
PG, PR, PC	Polygon
FF	Composite

[표 6] Import 변환 관계

4-2-2. Import

Import 맵핑 프로시저는 [표 6]과 같은 변환 규칙으로 처리되고 SDTS 데이터 포맷에서 사용자 데이터 포맷으로 변환하고자 할 때 세 가지 경우가 발생한다. 첫째, SDTS 데이터 포맷의 위상 정보가 사용자 데이터 포맷의 위상 정보 보다 낮은 경우로 사용자는 SDTS 데이터 포맷에서 데이터를 읽어 자신이 필요로 하는 위상 정보를 직접 생성 시켜주어야 한다. 둘째, 그 반대로 높은 경우로 사용자는 자신이 필요로 하지 않는 위상 정보를 버리도록 한다. 셋째, 위상 정보가 같은 경우 SDTS 데이터 포맷에서 데이터 읽어 그대로 사용자 데이터 포맷으로 쓸 수 있도록 한다.

4-3. 코드 생성기

맵핑 프로시저를 거쳐서 나온 결과를 바탕으로 Export/Import 변환기를 구축하기 위한 C++ 클래스 코드를 생성한다. 사용자는 클래스 API를 이용해서 자신의 데이터 포맷에서 데이터를 읽어 SDTS 데이터 포맷으로 쓰는 프로시저나 SDTS 데이터 포맷에서 데이터를 읽고 자신의 데이터 포맷으로 쓰는 프로시저에 대한 부가적인 코딩 작업을 하면 된다.

5. 결론

본 논문에서는 SDTS 변환기 구축을 위한 CASE Tool을 설계하고 구현함으로써 사용자 자신이 SDTS에 대한 연구 없이 쉽게 변환기를 개발할 수 있도록 되어 있으며, 생성된 변환기는 FIPS 123 라이브러리와 논문에서 개발한 라이브러리를 이용하여 변환 처리 성능 향상에 기인하고 있다.

하지만, 현재 변환해 줄 수 있는 공간 객체가 벡터 데이터에 제한되어 있는 있으므로 앞으로 이것을 속성 정보 변환이나 메타 데이터 변환을 위한 연구로 확장 시킬 필요가 있다.

6. 참고 문헌

- [1] NIST 1992. FIPS Pub 173, "SPATIAL DATA TRANSFER STANDARD," U.S. Department of Commerce, 1992.
- [2] Phyllis Altheide, "An implementation Strategy for SDTS Encoding," American Congress on Surveying and Mapping, Vol. 19, No.5, Dec. 1992.
- [3] R. Laurini and D. Thompson, *Fundamentals of Spatial Information System*, Acamic Press, 1992.
- [4] D.Arctur, D.Hair, G.Timson, E.P.Martin and R.Fegeas, "Issues and prospects for the next generation of the SDTS," IJGIS, Vol 12, No 4, 1998
- [5] "Who is implementing SDTS," <http://mcmweb.er.usgs.gov/sdts/who.html>
- [6] David Strigberg, "An SDTS Implementation for GRASS," *Cartography and Geographic Information Systems*, Vol.21 No. 3, 1994, pp 162-171
- [7] "ESRI will support Raster Profile and Point Profile in Arc/Info," <http://mcmweb.er.usgs.gov/sdts/esri.html>