

GIS 데이터베이스를 위한 스키마 통합 분석

(Schema Integration Analysis for GIS Databases)

문상호*, 백민의**, 홍봉희***

(Sang-Ho Moon*, Min-Eui Baik**, Bong-Hee Hong***)

초 록

일반적으로 스키마 통합이란 각 응용들의 관점에 따라 다르게 표현된 스키마들을 하나의 스키마로 통합하는 것을 말한다. GIS 데이터베이스는 일반 데이터베이스와는 달리 개체에 대한 속성 정보 뿐만 아니라 기하 등과 같은 공간 정보를 가지고 있다. 특히, GIS 응용에서 정의된 개체들의 공간 표현은 관점에 따라 다양한 기하 서브스키마들로 표현된다. 따라서 GIS 데이터베이스를 위한 스키마 통합에서 서로 다른 기하 서브스키마들을 통합하는 것이 무엇보다 중요하다.

본 논문에서는 GIS 데이터베이스의 스키마 통합을 위해서 기하 서브스키마들의 통합 문제를 중점적으로 다룬다. 먼저 기하 서브스키마들의 통합에서 발생하는 충돌들을 개체의 기하를 중심으로 동일 개체간의 기하 충돌과 다른 개체간의 기하 충돌로 분류하여 정의한다. 그리고 이 충돌들을 해결하기 위한 충돌 해결 방법으로 각 충돌들의 특성을 고려하여 상위 레벨의 기하 서브스키마 선택, 기하의 다중 표현, 구성 요소의 공유, 개체들 간의 상세화 등을 제시한다. 또한, 통합된 스키마에 대하여 가상 스키마를 표현하는 방법을 제시하여, 통합되기 전의 스키마

들을 통합된 스키마로부터 유도될 수 있음을 보인다. 본 논문에서는 GIS 데이터베이스 스키마를 기술하기 위하여 ISO/TC211의 개념적 스키마 언어인 EXPRESS-G를 이용한다.

키 워 드

스키마 통합, 뷰 통합, 충돌, 충돌 해결, 가상 스키마, GIS 개념 스키마, 개념적 스키마 언어

1. 서 론

스키마 통합(schema integration)이란 데이터베이스 분야에서 여러 개의 스키마들을 통합하여 하나의 스키마로 생성하는 것을 말한다 [BATI92, BISK86, GARC95, KIM95, NYER89, 이99]. 기존의 관련 연구들에서는 이러한 스키마 통합을 뷰나 외부 스키마 통합, 다중 데이터베이스(multidatabase)나 연방 데이터베이스(federated database)를 위한 스키마 통합 등을 목적으로 연구되어 왔다. 이 중에서 가장 일반적인 것은 데이터베이스 구축에서 각 응용들의 관점에 따라 상이하게 표현된 뷰(view)나 외부 스키마(external schema)들을 하나의 개념스키마(conceptual schema)로 통합하는 것이며, 이것을 뷰 통합이라고도 한다[BISK86, GARC95, KIM95, 이99].

스키마 통합 과정에서 가장 중요한 것은 통합

* 위덕대학교 컴퓨터공학과 교수

** 코오롱정보통신 기술연구소 연구원

*** 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

될 스키마들 간의 충돌(conflict) 문제와 이것을 해결하기 위한 충돌 해결(conflict resolution)이다. 충돌은 통합될 스키마들 간의 개요적 차이(schematic discrepancy)로 인하여 발생된다. 예를 들어 동일한 정보를 스키마들 간에 서로 다른 구조들로 표현한 경우에 충돌이 발생한다. 따라서 스키마 통합을 위한 방법론에서는 이러한 충돌들을 체계적인 분류(classification) 및 효율적인 검사(detection)를 제시하는 것이 필수적이다.

일반적으로 스키마 통합에서 발생하는 충돌 문제는 크게 구조적 충돌(structural conflict)과 의미적 충돌(semantic conflict)로 나누어진다 [BATI92, BISK86, KIM95, 이99]. 구조적 충돌은 스키마를 구성하는 개체(entity)들이나 속성(attribute)들 간의 이름, 구조, 데이터 유형 등의 불일치로 발생한다. 반면에 의미적 충돌은 동적(dynamic) 또는 시간적(temporal) 제약조건(constraint)들에 의해 발생한다.

스키마 통합에서 충돌 해결은 스키마 통합 방법론에서 핵심적인 부분이다. 이러한 충돌 해결은 체계적으로 분류된 각 충돌 문제들에 적합한 해결 방안을 제시하는 것이 일반적이다. 실제적으로 스키마 통합을 적용하려는 응용 분야들에 따라 충돌 해결 방법이 달라진다. 이것은 각 분야마다 스키마 통합을 위한 요구 조건, 즉 충돌 문제가 다르기 때문이다.

데이터베이스 분야에서 스키마 통합을 위한 기존의 연구에서는 대부분이 개체와 속성들 간의 구조적 충돌 문제와 이 충돌들을 위한 충돌 해결 방안을 제시하였다 [BISK86, KIM95, 이99]. 일반 데이터베이스와 달리 GIS 데이터베이스나 공간 데이터베이스(spatial database)에서 다루는 지리정보는 일반적인 속성데이터 뿐만 아니라 기하(geometry)와 같은 공간데이터를 포함하고 있다. 즉, GIS를 위한 응용 스키마는 지리정보의 속성을 기술한 속성 스키마(attribute schema)와 지리정보의 공간 표현을 기술한 기

하 서브스키마(geometry sub-schema) 또는 공간 스키마(spatial schema)로 구성된다. 따라서 GIS 데이터베이스를 위한 스키마 통합에서는 일반 데이터 베이스와는 달리 기하 서브스키마에 중점을 두어 통합하는 것이 필요하다.

GIS에서의 공간데이터 모델은 크게 점, 선, 면으로 표현하는 벡터 데이터 모델과 2차원 표면을 셀(cell)로 표현하는 래스터 데이터 모델이 있다[ISO96b, LAUR92]. 본 논문에서는 스키마 통합을 위한 GIS 스키마들에서 기하 서브스키마는 벡터 데이터 모델로 표현된 것을 대상으로 한다. 즉, 벡터 데이터 모델로 표현된 GIS 응용 스키마의 통합에 관하여 다룬다.

벡터 데이터 모델을 갖는 GIS 응용 스키마에서는 공간 표현 요건에 따라 스파게티(spaghetti), 비평면(non-planar), 평면(planar), 완전 평면(full planar) 등으로 다양하게 표현할 수 있으며, 공간데이터 유형도 서로 다르게 표현할 수 있다. 예를 들어, 도로관리시스템에서의 도로는 위상정보를 가지는 페이스(face)로 표현하고, 교통관리시스템에서의 도로는 에지(edge)로 표현한다. 따라서 GIS 응용 스키마들을 통합하여 구축하고자 할 때, 응용마다 동일한 실세계 개체에 대하여 서로 다른 공간 표현이나 기하 정보로 인하여 충돌(conflict)이 발생한다.

본 논문에서는 GIS 응용의 기하 서브스키마를 통합할 때 발생하는 충돌들을 개체의 기하를 중심으로 동일 개체간의 기하 충돌과 다른 개체간의 기하 충돌로 분류하여 정의한다. 그리고 이 충돌들을 해결하기 위한 충돌 해결 방법으로 각 충돌들의 특성을 고려하여 상위 레벨의 기하 서브스키마 선택, 기하의 다중 표현, 구성 요소의 공유, 개체들 간의 상세화 등을 제시한다. 이때 기하 서브스키마의 표현은 ISO/TC211에서 사용하고 있는 개념적 스키마 언어 EXPRESS의 그래픽 표현인 EXPRESS-G를 사용한다[ISO96a].

통합된 스키마에 대하여 각 GIS 응용의 관점을 표현하기 위하여 가상 스키마(virtual schema) 개념을 적용한다. 일반적으로 GIS 스키마는 개체를 기술하는 속성 스키마와 개체의 공간 표현을 나타내는 기하 서브스키마로 구성되므로, GIS를 위한 가상 스키마에서도 속성 스키마와 기하 서브스키마로 구분하여 표현해야 한다. 따라서 본 논문에서는 가상 스키마를 표현하기 위하여 가상 속성 스키마와 가상 기하 서브스키마를 소스 스키마(source schema)로부터 유도하는 방법을 제시하며, 이를 통하여 GIS 응용에 적합한 가상 스키마를 통합된 스키마로부터 유도될 수 있음을 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 관련 연구를 기술한다. 그리고 3장에서는 기하 서브스키마의 기술을 위한 개념적 스키마 언어와 공간데이터 모델에 대하여 설명한다. 4장에서는 기하 서브스키마를 통합할 때 발생하는 충돌들을 분류 및 정의하고, 5장에서 이 충돌들을 해결하는 방법을 제시한다. 6장에서는 통합한 개념 스키마로부터 유도되는 가상 스키마를 표현하는 방법을 제시한다. 마지막으로 7장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

2. 관련연구

스키마 통합에 대한 기존 연구는 관계 데이터베이스를 중심으로 많은 연구가 이루어져 왔으며, 최근에는 객체지향 데이터베이스에서의 스키마 통합에 대한 관련 연구가 활발하게 진행되고 있다.

관계 데이터베이스의 스키마 통합 연구에서, [BATI92, BISK86]는 기본적인 뷰 통합에 관한 방법론을 제시하였다. 여기서는 스키마 통합할 때 발생하는 충돌을 이름 충돌(name conflict)과 구조적 충돌(structural conflict)로 나누고 이것을 E-R 다이어그램으로 해결하는 방법을 제시하고 있다. [KIM95]에서는 여러 개의 부분 데이

타베이스(component database)들을 통합하는 다중 데이터베이스 환경에서의 스키마 통합 문제를 다루고 있다. 이 연구에서는 다중 데이터베이스의 스키마 통합시 발생하는 충돌들을 분류하고 각 충돌에 대한 충돌 해결 방법들을 제시하였다. 또한 충돌 해결 방법을 UniSQL의 SQL과 SQL/X를 이용하여 표현하였고, 특히 가상 클래스(virtual class)를 이용하여 다중 데이터베이스의 통합 스키마를 구성하였다. 그리고 스키마 통합을 위한 데이터 모델로는 관계 데이터베이스들, 관계 데이터 베이스와 객체지향 데이터베이스, 객체지향 데이터 베이스들 간의 3가지 범주에서 스키마 통합 문제를 다루었다.

객체지향 데이터베이스의 스키마 통합 연구에서, [GARC95]는 BLOOM이라는 데이터 모델을 이용하여 스키마들 간의 충돌을 구조적으로 통합하는 방법론을 제시하고 있으며, [GOTT92]는 객체지향 데이터베이스에서 스키마를 통합하는 알고리즘을 제시하고 있다.

관계와 객체지향 데이터베이스와는 달리 GIS 데이터 베이스나 공간 데이터베이스의 스키마 통합에 대한 연구는 본 저자들이 아는 범위에서는 연구가 미비한 실정이다. [NYER89]에서는 공간데이터 전송(transfer)을 목적으로 전송할 소스 스키마들 간의 통합 문제를 다루고 있다. 이 연구에서는 스키마 통합을 위한 대상으로 공간데이터가 아닌 주제(thematic) 속성들의 통합만을 다루고 있다. 따라서 이 연구에서 제시된 충돌들과 충돌 해결은 기존의 일반 데이터베이스의 스키마 통합 방법과 유사하고, 기하 서브스키마 통합에 대한 충돌이나 충돌 해결을 제시하고 있지 않다. [LAUR92]에서는 지리정보의 공간 데이터 표현에 있어서 다른 외부 모델(external model)들을 하나의 개념적 모델로 통합하는 방법을 E-R 다이어그램으로 제시하고 있다. 그러나 이 연구에서는 아주 기본적인 공간데이터 표현의 통합 문제를 언급하고 있기 때문에 GIS 데이터베이스의 스키마 통합 문제에

대하여 적용할 수가 없으며, 공간관련성에 대한 충돌과 해결 방법을 다루고 있지 않다.

3. 기하 서브스키마

3.1 개념적 스키마 언어

GIS에서 응용 스키마를 개념적으로 표현하기 위해서는 개념적 스키마 언어의 표준화가 필요하다. ISO/TC211, CEN/TC287 등과 같은 국제 표준화 기관들에서는 개념적 스키마 언어에 대한 표준의 필요성을 인식하여 연구를 수행하고 있다.

ISO/TC211에서는 WG1의 15046-3에서 개념적 스키마 언어에 대한 표준화 연구를 수행한다 [ISO96a]. 이 연구에 의하면 표준적인 개념적 스키마 언어를 결정하기 위해서는 구조(structure)와 행위(behaviour)의 모델링에 필요한 요구 조건들을 만족해야 한다. 그러나 현재까지 제안된 스키마 언어들은 구조-지향(structure-oriented) 언어와 행위-지향(behaviour-oriented) 언어로 구분된다. 따라서 현재로서는 두가지 분류의 언어들 중에 가장 좋은 것을 각각 선택하여 혼합하여 사용하는 것을 권장하고 있다. 또한 15046-3은 개념적 스키마 언어에 필요한 요구 조건들을 선정하여 이 조건들을 기반으로 하여 기존에 제안된 스키마 언어들을 평가하였다. 이 평가에 의하면 구조-지향 언어들 중에서는 EXPRESS가(표 1 참조), 행위-지역 언어들 중에서는 OMG의 IDL 언어가 제일 좋은 것으로 평가되었다. 따라서 15046-3에서는 GIS 응용 스키마의 개념적 표현을 위하여 EXPRESS와 IDL을 혼용하여 사용하는 것을 제안하고 있다.

일반적으로 구조-지향 스키마 언어는 데이터의 기술(description) 방법에 따라 어휘 구문(lexical syntax)과 그래픽 구문(graphical syntax)으로 분류된다. ISO 15046-3에서는 최종

표 1. 구조-지향 개념적 스키마 언어의 비교

Requirements \ Language	EXPRESS	NIAM	IDEFIX	INTERLIS
Req. 1 - Formal Language	+	+	+	+
Req. 2 - Elements of the conceptual schema	+	+	+	+
Req. 2A- Structure	+	+	+	+
Req. 2B- Behaviour	-	-	-	-
Req. 2C- Constraints	+	+	-	+/-
Req. 3 - Ease of use - graphical notation	+	+	+	-
Req. 4 - Computer processability	+	-	+	+
Req. 5 - Scalability/Modularity	+	-	-	-
Req. 6 - Geometric aspects	+	+	+	+
Req. 7 - Mapping to transfer schema	+	-	-	+
Req. 8 - Documentation	+	+	+	+
Req. 9 - IT "Standard" and continuous development	+	-	+	+/-
Req. 10 - Supporting software	+	+	+	+
Req. 11 - Experience of and support for usage	+	+	+	+

(+ 지원, -지원안함, +/- 부분적 지원)

모델은 어휘 구문으로, 초기의 개요적인 작업은 그래픽 구문으로 기술하고 있다. 이것은 그래픽 구문은 사용자가 쉽게 이해할 수 있고, 어휘 구문은 그래픽 구문에 비하여 풍부한 표현력을 가지기 때문이다. EXPRESS는 어휘 구문 형태의 언어이고, 그래픽 구문을 제공하기 위하여 EXPRESS를 확장한 것이 EXPRESS-G이다.

본 논문에서는 스키마 통합을 위한 GIS 데이터베이스는 개체의 구조에 중점을 둔다. 즉, 스키마 통합을 위한 응용 스키마들은 행위를 제외한 개체의 구조만을 기술하는 것으로 가정한다. 따라서 본 논문에서 응용 스키마들과 스키마 통합을 위한 예제들은 EXPRESS를 이용하며, 특히 사용자의 이해를 쉽게 하기 위하여 그래픽 구문을 지원하는 EXPRESS-G를 이용하여 표현한다.

3.2 공간 데이터 모델

ISO/TC211에서 지리정보의 공간데이터를 표현하기 위하여 제시된 공간 데이터 모델은 그림 1과 같다[ISO96b]. 이 공간 데이터 모델은 GIS 응용 스키마에서 기하 서브스키마를 표현할 때 사용된다. 이 공간 데이터 모델중에서 1부터 5번까지는 벡터데이터 모델에, 나머지는 래스터 데이터 모델에 속한다.

그림 1. ISO/TC211의 공간 데이터 모델 종류

1. Basic sub-schema
2. Full planar graph topology
3. Planar graph linear network
4. Non planar graph linear network
5. Spaghetti
6. Bounded triangulate irregular network
7. Raster image
8. Grid

ISO/TC211에서 공간데이터를 벡터 모델로 표현하기 위하여, 기하 서브스키마는 기하 요소(geometry primitive)들과 구조 요소(structure primitive)들로 구성된다. 그리고 각 요소들은 공간 표현을 위하여 적합한 세부 요소들로 표현한다. 기하 요소는 좌표 값을 직접 가지는 개체의 공간 표현으로, 점(point), 선(line), 면(area) 등으로 구성된다. 그리고 구조 요소는 개체들의 위상(topology) 관계들을 표현하며 노드(node), 에지(edge), 페이스(face)로 구성된다[ISO96b].

본 논문에서 기하 서브스키마의 표현은 벡터 데이터 모델만을 대상으로 한다. 이 벡터 모델들에 대한 공간 표현의 예는 그림 2와 같다. 여기서 G4는 지리정보의 기하데이터만을 표현한

가장 단순한 벡터 모델이고, G3, G2, G1 모델은 기하데이터에 위상 정보를 표현한 모델이다.

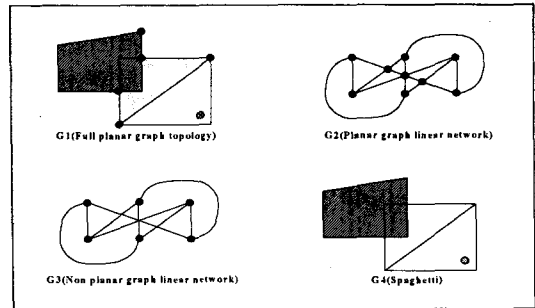


그림 2. 기하 서브스키마의 벡터 공간 표현

G1은 위상 정보를 가지고 있는 노드, 에지, 페이스와 이 요소들의 기하를 표현하는 점과 선으로 구성되어 있다. 예를 들어, 지적관리시스템에서 지적을 나타낼 때 이웃하는 지번을 가지고 있는 지적을 찾기 위해서는 반드시 위상정보를 가지고 있는 페이스로 나타내야 한다.

G2는 위상 정보를 가지고 있는 노드와 에지, 그리고 이 요소를 표현하는 점과 선으로 구성된다. 그리고 이 모델에서는 에지가 교차하면 교차 지점에 새로운 노드를 생성하고 교차된 에지를 분리한다. 예를 들어, 상수도관리시스템에서 상수도에 대한 기하 서브스키마를 G2로 표현할 수 있다.

G3는 G2의 기하 서브스키마의 구성요소와 같지만, 에지가 교차하더라도 경우에 따라 교차 지점에 새로운 노드가 생기지 않는다. 예를 들어, 교통관리시스템에서 교통의 흐름을 알기 위해서 도로를 에지로 나타낼 때, 고가도로나 터널의 경우 도로와 직접적으로 교차하지 않으므로 G3로 기하 서브스키마를 표현할 수 있다. G4는 위상 정보 없이 기하 표현만을 위하여 직접 좌표값을 가지는 점과 선으로 구성되어 있다. 따라서 개체들 간의 위상정보가 필요하지 않을 때 사용한다.

4. 기하 서브스키마간의 충돌

4.1 충돌 분류

일반 데이터베이스의 스키마 통합에 관한 기존 연구에서는 구조적 충돌을 중점적으로 하여, 세부적으로 개체와 개체, 개체와 속성 등에 대한 충돌 문제를 다루어왔다. 또한 이름 충돌에 대하여 동음이의어 (synonyms), 이음동의어 (homonyms) 문제를 다루어왔다. 이러한 충돌은 크게 다음과 같은 두 가지 이유로 인하여 발생한다. 첫째, 동일한 정보를 표현하기 위하여 다른 구조를 사용하기 때문이다. 둘째, 동일한 정보를 표현하기 위하여 유사한 구조를 사용하지만, 이름, 도메인 등에서 다른 사양(specification)들을 이용하기 때문이다.

GIS 데이터베이스를 위한 스키마 통합에서는 일반 데이터베이스와 다른 관점에서 충돌 문제를 다루어야 한다. 특히, 본 논문에서는 기하 서브스키마에 대한 통합을 다루기 때문에 개체의 기하를 중점적으로 하여 충돌 문제를 다룬다. 이를 위하여 기하 충돌을 동일 개체간의 기하 충돌과 다른 개체간의 기하 충돌의 두 가지 유형으로 분류한다.

동일 개체간의 기하 충돌은 기하 서브스키마들에서 동일한 개체가 서로 다른 공간 표현들을 가지는 경우에 발생한다. 이것은 공간 데이터 모델, 공간 데이터 유형 등이 다르기 때문이다. 예를 들어 동일한 도로가 교통관리시스템에서는 방향성을 가진 선으로, 도로관리시스템에서는 면으로 표현된 경우에 발생한다.

다른 개체간의 기하 충돌은 통합하고자 하는 기하 서브스키마들에 있는 다른 개체들간에 기하가 부분 또는 전체가 관련성이 있는 경우에 발생한다. 이것은 다른 개체들간에 특정 공간관련성을 가지고 있기 때문이다. 예를 들어, 지적관리시스템에서 지적과 도로가 일부 기하를 공유하는 경우에 발생한다.

GIS 데이터베이스를 위한 스키마 통합에서 기하 서브스키마간의 충돌들을 요약하면 동일 개체들의 공간표현이 다르거나, 다른 개체들간에 특정 공간관련성을 가지는 경우에 발생한다. 이러한 개체들 간의 기하 충돌들을 분류한 것이 표 2와 같다.

표 2. 기하 서브스키마간의 충돌 분류

충돌 개체	충돌 이름	비고
동일 개체	공간데이터 유형 충돌	공간데이터 모델은 동일함
	공간데이터 모델 충돌	공간데이터 유형은 같거나 다름
	개체 명세 충돌	
다른 개체	기하 공유관련성 충돌	
	계층관련성 충돌	

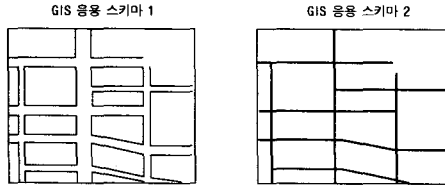
4.1 동일 개체간의 기하 충돌

동일 개체들간의 충돌은 각 외부 스키마들에서 동일한 개체들이 서로 다른 기하들을 가짐으로써 발생한다. 이것은 개체들의 기하를 표현하기 위한 공간데이터 유형과 공간데이터 모델이 다르거나 개체 명세가 다르기 때문이다.

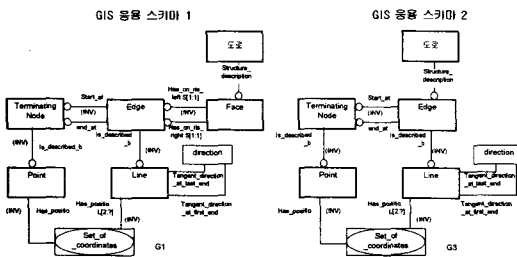
4.1.1 공간데이터 유형 충돌

공간데이터 유형 충돌은 각 외부 스키마들에서 동일한 개체들을 다른 공간데이터 유형 (spatial data type)으로 표현한 경우에 발생한다. 이 경우에는 동일한 공간 데이터 모델에서 개체의 기하를 표현하기 위하여 서로 다른 공간데이터 유형들을 사용한 경우이다. 벡터데이터 모델에서 기본적인 공간데이터 유형은 점 (point), 선(line), 면(area)이다. 예를 들어, 그림 3(a)과 같이 통합하고자 하는 GIS 응용 스키마들에서 스키마 1은 도로를 면으로, 스키마 2에

서는 선으로 표현할 때 발생한다. 이 응용 스키마들의 기하 서브스키마를 EXPRESS-G로 표현하면 그림 3(b)와 같다.



(a) 공간데이터 유형 충돌의 예

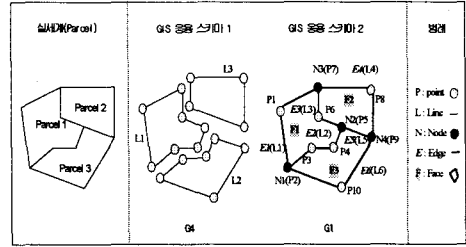


(b) EXPRESS-G 표현

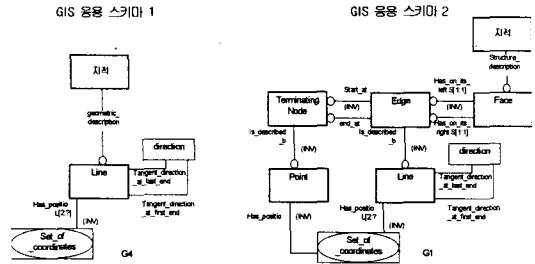
그림 3. 공간데이터 유형 충돌

4.1.2 공간데이터 모델 충돌

공간데이터 모델 충돌은 각 외부 스키마들에서 기술된 동일한 개체들이 공간데이터 유형에 관계없이 공간데이터 모델이 다른 경우에 발생한다. 이 경우에는 개체들의 기하를 표현하기 위하여 서로 다른 공간 데이터 모델을 이용한 경우로, 공간 데이터 유형들은 동일할 수도 있고 다를 수도 있다. 본 논문에서 공간데이터 모델은 앞에서 언급한 ISO/TC211의 4가지 벡터 데이터 모델인 G1, G2, G3, G4를 대상으로 한다. 예를 들어, 그림 4(a)와 같이 통합하고자 하는 GIS 응용 스키마들에서 응용 스키마 1에서는 지적을 G4(spaghetti)로, 응용 스키마 2에서는 G1(full planar graph topology)으로 표현한 경우에 발생한다. 이것들의 기하 서브 스키마를 EXPRESS-G로 표현하면 그림 4(b)와 같다.



(a) 공간데이터 모델 충돌의 예

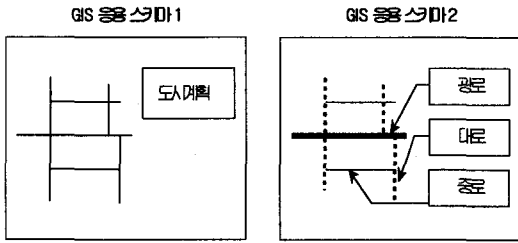


(b) EXPRESS-G 표현

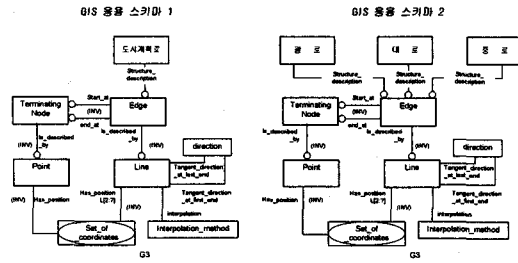
그림 4. 공간데이터 모델 충돌

4.1.3 개체 명세 충돌

개체 명세(specification) 충돌은 각 외부 스키마들에서 동일한 개체가 서로 다른 명세들로 표현된 경우에 발생한다. 이 충돌은 기존의 스키마 통합에 관한 연구에서 제시된 이름 충돌 중에서 이음동의어 충돌과 유사하다. 그러나 이 충돌은 동일한 기하를 가지는 개체들이 각 응용 스키마에서 명세가 세분화되는 경우이다. 따라서 이 충돌은 개체들 간의 일반화 (generalization)/세분화(specialization) 관계를 가진다. 이 경우에도 명세가 다른 동일한 개체들간에 일부 또는 전체 기하간에 충돌이 발생한다. 예를 들어, 그림 5(a)와 같이 통합하고자 하는 응용 스키마들에서 응용 스키마 1은 도로를 단일 개체로, 응용 스키마 2에서는 광로, 대로, 중로와 같은 여러 개의 세분화된 개체들로 표현할 때 발생한다. 이를 EXPRESS-G로 표현하면 그림 5(b)와 같다.



(a) 개체 명세 충돌의 예



(b) EXPRESS-G 표현

그림 5. 개체 명세 충돌

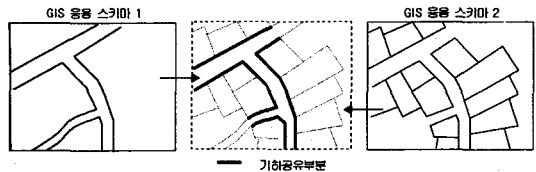
4.2 다른 개체간의 기하 충돌

GIS에서 개체들 간의 관련성에는 기하 공유 관련성 (geometry sharing relationship), 위상 관련성 (topological relationship), 구성/복합 관련성 (component/composite relationship), 속성 관련성 (attributitional relationship)이 있다[Laur 92]. 이것들 중에서 위상 관련성은 공간데이터 모델내에 표현되고, 속성 관련성은 개체내의 속성들을 통한 관련성 표현이다. 구성/복합 관련성과 기하 공유 관련성은 개체들의 기하와 직접적으로 관련된 공간관련성이다. 따라서 본 논문에서 다른 개체들 간의 기하 충돌은 이 두 관련성들을 대상으로 한다.

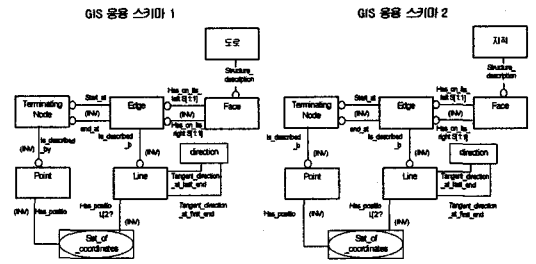
4.2.1 기하 공유 관련성 충돌

기하 공유 관련성 충돌은 각 외부 스키마들에서 기술된 다른 개체들이 기하 공유 관련성을

가짐으로써 발생한다. 이것은 다른 개체들 간에 부분 기하 또는 전체 기하를 공유하는 경우이다. 예를 들어, 그림 6(a)와 같이 통합하고자 하는 응용 스키마들에서 응용 스키마 1은 도로 개체를, 응용 스키마 2는 지적 개체를 가지고 있을 때 이 두 개체들 간에는 서로 이웃하는 공간 관련성이 존재한다. 즉, 지적과 도로 경계의 일부분이 서로 같은 기하를 공유하고 있다. 따라서 이 응용 스키마들을 통합할 때, 기하 공유 관련성을 가지는 지적과 도로 개체들 간의 충돌을 해결해야 한다. 만약 이 개체들의 기하 서브스키마를 각각 구성하게 되면 공간데이터가 중복 저장되어 일관성을 유지하기 어렵다. 충돌이 발생하는 기하 서브스키마를 EXPRESS-G로 표현하면 그림 6(b)와 같다.



(a) 기하 공유 관련성 충돌의 예



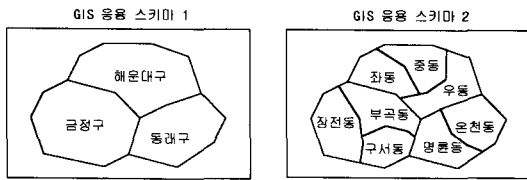
(b) EXPRESS-G 표현

그림 6. 기하 공유 관련성 충돌

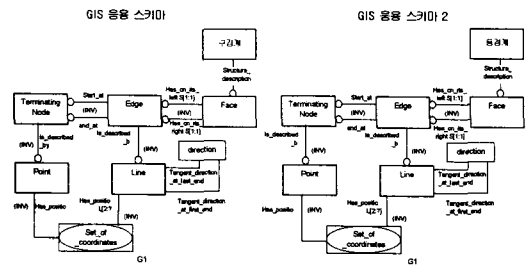
4.2.2 계층 관련성 충돌

계층 관련성 충돌은 각 스키마들에 기술된 서로 다른 개체들간에 계층 구조를 가짐으로써 발생한다. 이 계층 관련성은 개체들의 기하들을

통하여 계층 구조를 형성한다. 예를 들어, 그림 7(a)의 응용 스키마들에서 응용 스키마 1은 구경계 개체를, 응용 스키마 2는 동경계 개체를 가지고 있을 때, 이 개체들은 기하를 통하여 계층 관련성을 가지면서 또한 기하 공유 관련성을 가지고 있다. 개체들 간에 계층 관련성 충돌이 발생하는 경우에는 일부 기하들이 서로 공유하게 된다. 동경계 개체와 구경계 개체에 대한 기하 서브스키마의 EXPRESS-G 표현은 그림 7(b)와 같다.



(a) 계층 관련성 충돌의 예



(b) EXPRESS-G 표현

그림 7. 계층 관련성 충돌

5. 기하 서브스키마간의 충돌 해결

동일 개체들 간의 기하 충돌은 외부 스키마들에 기술된 동일 개체들의 데이터 모델, 데이터 타입, 명세 등을 분석하여 발견할 수 있다. 따라서 이 충돌은 검사(detection)가 용이하다. 반면에 다른 개체들 간의 기하 충돌은 외부 스키마들에 기술된 다른 개체들간에 기하를 통하여 기하 공유 관계성과 계층 관계성이 있는 가를 분석해야 한다. 따라서 동일 개체들 간의 충돌에

비하여 검사가 매우 어렵다. 그러나 이 충돌을 해결하지 않으면 공간데이터의 일관성 유지가 어렵고, 각 개체들 간의 기하를 일치시켜야 하는 문제가 발생한다. 실제로 GIS 데이터베이스에서 응용 스키마들을 통합할 때는 이 두 가지 유형의 충돌들이 복합적으로 발생하는 경우가 많으므로 각 응용 스키마들의 메타데이터 및 도면들을 이용하여 충돌을 검사하는 것이 필요하다.

5.1 동일 개체간의 충돌 해결

5.1.1 공간데이터 유형 충돌 해결

각 기하 서브스키마들에 기술된 동일한 개체들 간에 공간데이터 유형 충돌이 발생한 경우에는 사용자의 관점에 따라 표현된 동일 개체들의 다른 공간 표현을 모두 지원할 수 있도록 통합해야 한다. 이 충돌을 해결하기 위한 방법으로는 다중 표현(multiple representation)과 유도(derivation) 방법이 있다.

첫번째 충돌 해결 방법은 동일 개체들의 공간데이터 유형들을 모두 포함할 수 있도록 기하들에 대하여 다중 표현을 이용하는 것이다. 두번째 해결은 동일 개체들의 기하들 중에서 하나의 기하만을 표현하고 나머지 기하는 표현된 기하로부터 유도하는 방법이다. 이 경우에는 충돌이 발생한 기하 서브스키마들 중에서 상위 기하 서브스키마만을 표현하고, 나머지 기하 서브스키마는 표현된 스키마로부터 유도한다. 그러나 이 방법은 유도하는 기하 서브스키마가 위상 정보를 가진 경우에는 위상 정보의 유도가 어렵기 때문에 공간데이터 유형 충돌의 해결 방법으로는 적당하지 않다. 따라서 동일 개체들 간의 공간데이터 유형 충돌은 다중 표현 방법이 적합하다. 그림 8은 그림 3에서 발생한 공간데이터 유형 충돌을 다중 표현으로 해결하여 EXPRESS-G로 표현한 것이다.

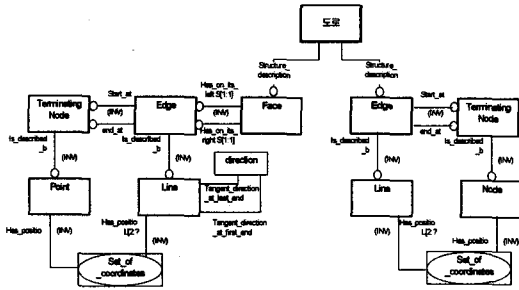


그림 8. 다중 표현을 이용한 공간데이터 충돌 해결의 예

5.1.2 공간데이터 모델 충돌 해결

각 기하 서브스키마들에 기술된 동일한 개체들간에 공간데이터 모델 충돌이 발생한 경우에는 통합할 기하 서브스키마들 중에서 상위 레벨 (high-level)의 기하 서브스키마를 선택하여 해결할 수 있다. 여기서 상위 레벨의 기하 서브스키마란 앞에서 언급한 ISO/TC211의 공간데이터 모델들 중에서 상대적으로 위상정보를 많이 가지고 있는 것을 말한다. 즉, 상위 레벨의 기하 서브스키마는 G1, G2, G3순이며, G4는 위상 정보가 없이 단순히 기하만을 표현한 것으로 최하위 레벨의 기하 서브스키마이다. 여기서 상위 레벨의 기하 서브스키마는 하위 레벨 기하 서브스키마의 모든 구성 요소들을 포함한다. 따라서 동일 개체들간에 공간데이터 모델 충돌이 발생한 경우에 상위 레벨 기하 서브스키마로 표현하면 하위 레벨 기하 서브스키마의 모든 요소들과 기능들을 나타낼 수 있다. ISO/TC211의 기하 서브스키마들을 대상으로 공간데이터 모델 충돌 해결을 적용하면 그림 9와 같다.

	G1	G2	G3	G4
G1	G1	G1	G1	G1
G2		G2	G2	G2
G3			G3	G3
G4				G4

G1 : Full Planar graph topology
 G2 : Planar graph linear network
 G3 : Non planar graph Linear network
 G4 : Spaghetti

그림 9. 공간데이터 모델 충돌의 해결 방법

5.1.3 개체 명세 충돌

각 기하 서브스키마들에 기술된 동일한 개체들간에 명세 충돌이 발생한 경우에는 모든 명세들을 포함할 수 있도록 통합해야 한다. 개체 명세 충돌은 각 응용 스키마들에 기술된 동일 개체들 간의 다른 명세들을 상세화를 적용하여 해결할 수 있다. 즉, 각 기하 서브스키마들 중에서 상위 개체가 하위 개체를 포함하도록 기술하여 해결할 수 있다. 예를 들어, 그림 5에서 발생한 충돌을 이 충돌 해결 방법을 적용한 통합 기하 서브스키마를 EXPRESS-G로 표현하면 그림 10과 같다.

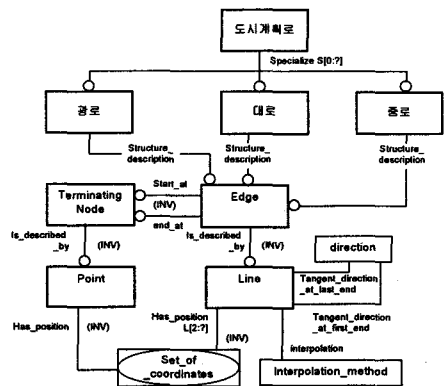


그림 10. 개체 명세 충돌 해결의 예

5.2 다른 개체간의 충돌 해결

5.2.1 기하 공유 관련성 충돌

통합하고자 하는 GIS 응용 스키마들에 기술된 다른 개체들간에 기하를 통하여 기하 공유 관련성이 존재하는 경우에는 공유되는 구성 요소들에 대하여 개체들이 공유할 수 있도록 통합해야 한다. 따라서 공유하는 구성 요소를 중심으로 다른 개체들 간의 기하를 공유할 수 있도록 기하 서브스키마를 구성한다. 앞에서 언급한 그림 6에서는 지적과 도로의 기하인 페이스들이

에지의 일부분을 공유하는 기하 공유 관련성이 있다. 따라서 지적과 도로의 기하인 페이스가 에지의 일부분을 공유할 수 있도록 기하 서브스키마를 통합하여 EXPRESS-G로 표현한 것이 그림 11이다.

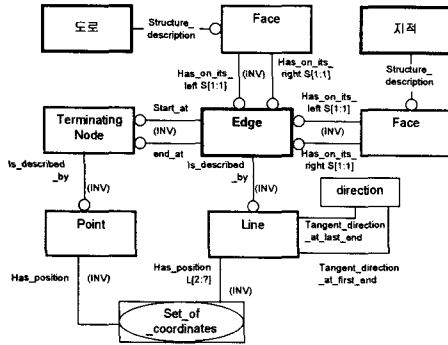


그림 11. 기하 공유 관련성 충돌 해결의 예

5.2.2 계층 관련성 충돌

계층 관련성 충돌은 앞에서 언급한 동일 개체들 간의 개체 명세 충돌과 유사하다. 그러나 개체 명세 충돌은 동일한 기하를 가지는 개체들의 명세가 세분화되는 반면에, 계층 관련성 충돌은 다른 개체들이 기하를 통하여 계층 구조를 가지는 경우이다. 이러한 계층 관련성 충돌은 개체 명세 충돌과 유사하게 상세화를 이용하여 해결

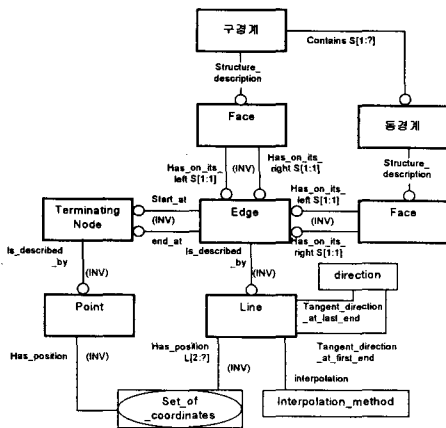


그림 12. 계층 관련성 충돌 해결의 예

한다. 즉, 기하를 통하여 계층 구조를 형성하는 다른 개체들 중에서 상위 개체가 하위 개체들을 포함할 수 있도록 기하 서브스키마를 포함하도록 통합한다. 앞에서 언급한 그림 7의 구경계와 동경계에서 발생하는 충돌을 해결하여 통합한 기하 서브스키마를 EXPRESS-G로 표현한 것이 그림 12와 같다.

6. 가상 스키마

데이터베이스에 대한 다양한 사용자 관점을 지원하기 위하여 뷰 개념을 스키마 단계에서 적용한 것을 가상 스키마 또는 스키마 뷰(schema view)라 한다[GUER96, MEDE94, SOUZ94]. 즉, 기본 스키마(base schema)가 데이터베이스에 있는 실제 정보들을 기술하는 반면에, 가상 스키마는 기본 스키마로부터 유도된 가상 정보들을 표현한다. 따라서 가상 스키마의 내용(extent)은 기본 스키마 또는 다른 가상 스키마들로부터 유도된다. 이러한 가상 스키마는 객체 지향 데이터 모델에서 뷰 메커니즘에 대한 연구의 확장으로 활발하게 연구되고 있다[GUER96, SOZU94]. 이 연구들에서는 소스 스키마로부터 유도된 뷰 클래스에 대한 결합 방법이 주요한 문제이다. 특히, 가상 스키마를 구성하는 클래스에 대한 상속 계층과 복합(aggregation) 계층 구조를 재구성하는 방법에 중점을 두고 있다.

본 논문에서는 기하 충돌 해결들을 이용하여 통합된 스키마로부터 각 GIS 응용들의 관점을 표현하기 위하여 가상 스키마 개념을 적용한다. 그러나 객체지향 데이터 모델에서의 가상 스키마와는 달리 GIS를 위한 가상 스키마는 다른 시멘틱(semantic)을 가진다. 스키마 통합을 위한 충돌 해결이 기하에 중점을 둔 것과 마찬가지로, GIS를 위한 가상 스키마에서의 주된 초점은 소스 스키마로부터 다른 공간 표현이나 데이터 모델을 가지는 스키마를 어떻게 표현할 것인가 하는 것이다.

6.1 가상 스키마의 유도 방법

일반적으로 GIS 스키마는 개체를 표현하는 속성 스키마와 공간 표현을 나타내는 기하 서브스키마로 구성된다. 따라서 GIS를 위한 가상 스키마에서도 속성 스키마와 기하 서브스키마로 구분하여 표현해야 한다. 본 논문에서는 가상 스키마를 표현하기 위하여 가상 속성 스키마와 가상 기하 서브스키마를 소스 스키마로부터 별도로 유도하는 방법을 제시한다. 그림 13은 GIS를 위한 가상 스키마의 유도 방법을 나타낸다. 여기서 소스 스키마란 가상 스키마를 유도하는 기본 스키마나 다른 가상 스키마를 말한다.

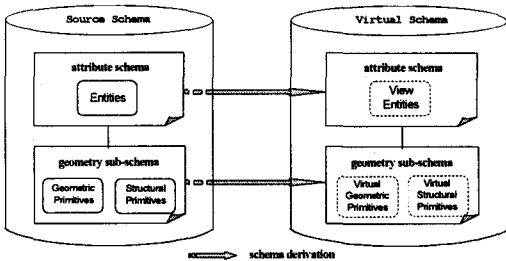


그림 13. GIS를 위한 가상 스키마의 유도 방법

가상 스키마를 표현하기 위하여 먼저 가상 개체(virtual entity)와 가상 요소(virtual primitive)를 제시한다. 가상 개체는 가상 속성 스키마를 구성하며 소스 스키마의 개체로부터 유도된다. 반면에 가상 요소는 가상 기하 요소와 가상 구조 요소로 나누어지며, 가상 기하 서브스키마를 구성한다. 가상 요소는 소스 스키마의 기하 요소와 구조 요소로부터 유도되는데, 요소들의 공간 표현 특성에 따라 기하 요소는 가상 기하 요소만을 유도하는 반면에 구조요소는 가상 기하 요소와 가상 구조 요소를 모두 유도할 수 있다. 가상 스키마에서 가상 개체의 공간 표현을 나타내기 위하여 가상 개체와 결합되어 표현된다. 그림 14는 가상 개체와 가상 요소의 유도 과정을 나타낸다.

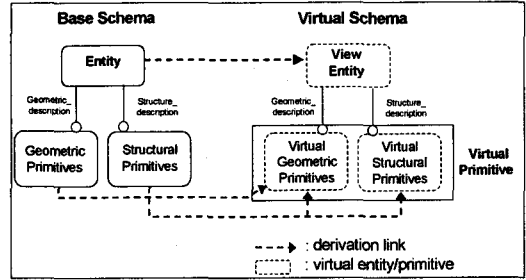


그림 14. 뷰 개체와 가상 요소의 유도 방법

가상 속성 스키마를 구성하는 가상 개체는 일반적인 뷰(view) 개념과 유사하다. 가상 개체는 기존의 뷰 정의와 유사하게 그림 15와 같은 구조를 가지도록 정의하였다. 이 가상 개체의 정의는 가상 요소를 정의하는 데에도 그대로 이용된다.

여기서 중요한 것은 가상 개체가 소스 스키마의 개체로부터 기하나 데이터 모델이 다르게 표현되는 경우의 처리 방법이다. 이 경우에는 가상 개체의 additional-attr에 관련된 도메인을 가지는 애트리뷰트를 정의한다. 그리고 이 애트리뷰트의 값을 정의하는 value문에 뷰 개체와 연결되는 가상 요소에 대한 매핑 함수를 정의한다. 따라서 가상 스키마가 실제로 사용될 때, value 문에 정의된 매핑 함수(mapping function)를 이용하여 가상 개체와 가상 요소를 연결한다.

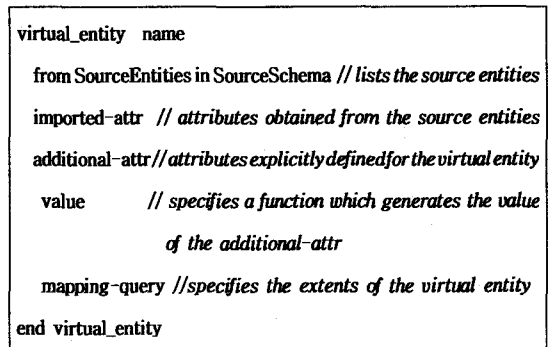


그림 15. 가상 개체의 정의

6.2 가상 스키마의 유도 예

6.2.1 가상 지적 스키마 I

앞에서 언급한 그림 4에서 지적 개체들 간의 공간데이터 모델 충돌을 해결하면, 통합된 개념 스키마에서는 상위 레벨 기하 서브스키마 G1(full planar graph topology)으로 통합된다. 이 통합된 스키마로부터 스파게티(G4) 모델로 지적을 표현하려면 가상스키마를 유도해야 한다. 이 가상스키마에 대한 유도 과정은 그림 16과 같다. 먼저 통합된 스키마의 지적 개체로부터 가상 지적 개체를 유도하고, 지적 개체의 기하를 표현한 구조 요소로부터 가상 지적 개체의 기하를 표현하는 기하 요소를 유도한다. 즉, 이것은 위상 정보를 가진 요소로부터 좌표 값만을 유도하는 것이다.

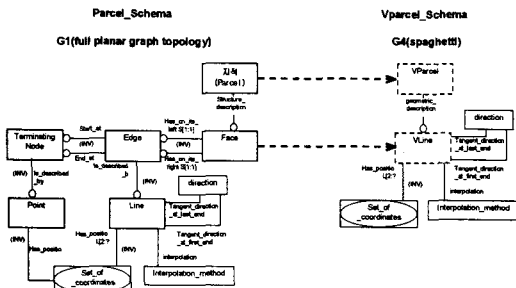


그림 16. 가상 지적 스키마 I의 유도 예

그림 16의 가상 지적 스키마에 대한 정의는 그림 17과 같다. 여기서 가상 지적 개체 Vparcel은 기하 표현을 위하여 기하 요소 Line을 공간데이터 타입으로 가지는 애트리뷰트 geometric_description이 정의 되었다. 이때 Vparcel과 Vline의 결합을 위한 매핑 함수는 value문에서 처리된다.

```

        가상 지적 속성 스키마 I
    virtual_schema Vparcel_Schema
    use from Vparcel_Geometry_Schema
    virtual_entity Vparcel
    from in Parcel_Schema
    imported-attr
    id : int, owner : string, no : int
    additional-attr
    geometric_description : Line
    value:x in Vline and parcel(y).id==
    x.is_description_of
    mapping-query
    Vparcel(x)← parcel(y)
    end virtual_entity
    end virtual_schema
    
```

```

        가상 지적 기하 서브스키마 I
    virtual_schema VParcel_Geometry_Schema
    virtual_entity Vline
    from Face in Parcel_Geometry_Schema
    imported-attr
    is_description_of : int
    additional-attr
    has_position : list of set_of_coordinates
    value : set_geometry()
    mapping-query
    Vline(x)← Face(y)
    end virtual_entity
    end virtual_schema
    
```

그림 17. 가상 지적 스키마 I의 정의

Vparcel_Geometry_Schema에서 Vline은 Parcel_Geometry_Schema의 Face로부터 유도 되는데, 이때 기하를 가지는 개체를 표현한 is_description_of 속성값을 그대로 가지게 된다. 그리고 Vparcel_Schema의 Vparcel은 Parcel_Schema의 Parcel로부터 유도되는데, 여기서 새로 정의된 애트리뷰트 geometric_description은 가상 개체의 기하를 표현한다. 즉, 이 애트리뷰트에서는 Vparcel의 기하를 표현하기 위하여 Vline 개체를 가져야 한다. 이것을 위하여 geometric_description의 value문에 매핑 함수를 정의하였다. 이 함수는 Vparcel을 유도한

Parcel의 식별자(id)와 동일한 값을 가지는 Vline을 선택하여 Vparcel과 연결한다.

6.2.2 가상 지적 스키마 II

앞에서 언급한 그림 11의 지적과 도로 개체들 간의 기하 공유관련성 충돌을 해결하여 통합한 스키마로부터 가상 지적 스키마를 유도하는 과정은 그림 18과 같다. 이 과정도 앞서서와 마찬가지로 먼저 통합된 스키마의 지적 개체로부터 가상 지적 개체를 유도하고, 지적 개체의 기하를 표현한 구조 요소로부터 가상 지적 개체의 기하를 표현하는 구조 요소를 유도한다.

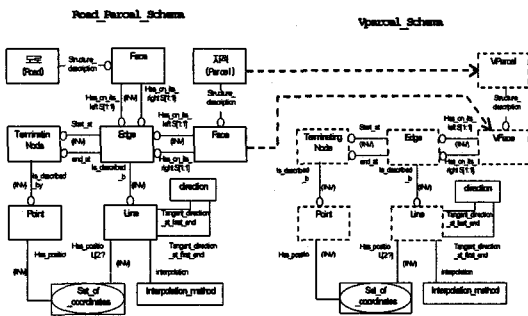


그림 18. 가상 지적 스키마 II의 유도 예

```

    가상 지적 속성 스키마 II

    virtual_schema Vparcel_Schema
    use from Vparcel_Geometry_Schema
    virtual_entity Vparcel
    from Parcel in Road_Parcel_Schema
    imported-attr
    id : int, owner : string, no : int
    additional-attr
    structure_description : Face
    value:x in Vface and Parcel(y).id ==
    x.is_description_of
    mapping-query
    Vparcel(x)←Parcel(y)
    end virtual_entity
    end virtual_schema
  
```

```

    가상 지적 기하 서브스키마 II

    virtual_schema VParcel_Geometry_Schema
    virtual_entity Vface
    from Face in Road_Parcel_Geometry_Schema
    imported-attr
    face_id : int, is_on_the_left_of : edge_id,
    is_on_the_right_of : edge_id, is_description_of : int
    additional-attr
    mapping-query
    Vface(x)←Face(y)
    end virtual_entity
    end virtual_schema
  
```

그림 19. 가상 지적 스키마 II의 정의

그림 18의 가상 지적 스키마 II에 대한 정의는 그림 19와 같다. 여기서 가상 지적 개체 Vparcel은 기하 표현을 위하여 기하 요소 Face을 공간데이터 타입으로 가지는 애트리뷰트 structure_description이 정의 되었다. 이때 Vparcel과 Vface의 결합을 위한 매핑 함수는 value문에서 처리된다.

Vparcel_Geometry_Schema에서 VFace는 Road_Parcel_Geometry_Schema의 Face로부터 유도되는데, 이때 기하를 가지는 개체를 표현한 is_description_of 속성값을 그대로 가지게 된다. 그리고 Vparcel_Schema의 Vparcel은 Road_Parcel_Schema의 Parcel로부터 유도 되는데, 여기서 새로 정의된 애트리뷰트 structure_description은 가상 개체의 기하를 표현한다. 즉, 이 애트리뷰트에는 Vparcel의 기하를 표현하기 위하여 Vface 개체를 가져야 한다. 이것을 위하여 structure_description의 value문에 매핑 함수를 정의하였다. 이 함수는 Vparcel을 유도한 Parcel의 식별자(id)와 동일한 값을 가지는 Vface를 선택하여 Vparcel과 연결한다.

7. 결론

GIS 응용들에서는 실세계에 대한 관점에 따

라 서로 다른 스키마들을 가진다. 특히, GIS에서 각 개체들은 공간 표현을 가지므로 관점에 따라 다양한 기하 서브스키마 들이 표현된다. 본 논문에서는 관점에 따라 다르게 기술된 스키마들을 통합하기 위하여, 개체의 기하를 중심으로 스키마 통합시 발생하는 충돌들을 분류 및 정의하였다. 또한 이 충돌들을 해결하기 위하여 상위 레벨의 기하 서브스키마 선택, 기하의 다중 표현, 구성 요소의 공유, 개체들 간의 상세화 등의 충돌 해결 방법을 제시한다. 또한, 가상 스키마 개념을 적용하여 통합된 스키마로부터 통합되기 전의 스키마들이 유도될 수 있음을 보였다.

향후 연구 과제로는 기하 충돌들에 대한 더욱 세부적인 연구가 필요하며, 구조 뿐만아니라 행위에 대한 충돌 문제를 고려해야 한다. 또한 본 논문에서 제시하는 GIS 데이터베이스를 위한 스키마 통합 방법론을 실제 스키마들에 적용하여 실현하는 것이 필요하다. 그리고 향후에 시스템 관점에서 반자동 또는 자동적으로 기하 충돌들을 검사하고 통합할 수 있는 GIS 스키마 통합 시스템을 설계 및 구현하고자 한다.

참고문헌

- [BATI92] Carlo Batini, Stefano Ceri and Shamkant B. Nabathe, "Conceptual Database Design", Benjamin Cummings Publishing Company, pp.119-137, 1992.
- [BISK86] Joachim Biskup and Bernhard Convent, "A Formal View Integration Method", ACM, pp.398-407, 1986.
- [GARC95] Manuel Garcia-Solaco, Felix Saltor, Malu Castellanos, "A Structure Based Schema Integration Methodology", Proc. of Int'l Conf. on Data Engineering, pp.505-512, 1995.
- [GOTT92] Willi Gotthard, Peter C. Lockemann and Andrea Neufeld, "System-Guided View Integration for Object-Oriented Databases", IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering", pp. 1-22, 1992
- [GUER96] G. Guerrini, E. Bertino, B. Catania and J. Garcia-Molina, "A Formal Model of Views for Object-Oriented Database Systems", Technical Report, DISI-96-2, 1996.
- [ISO96a] ISO/TC211, "ISO/TC211 WG1-WI3 Conceptual Schema Language", ISO/WD 1.0 (ISO/TC211 N222), 1996.
- [ISO96b] ISO/TC211 and CEN/TC287, "Geographic Information-Data Description-Geometry", 1996.
- [ISO98] ISO/TC211, "Geographic information-Part9: Rules for application schema", ISO/CD 15046-9 (ISO/TC211 N631), 1998.
- [KIM95] Won Kim, "Modern Database Systems: The Object Model, Interoperability, and Beyond", ACM Press, 1995.
- [KUNO96] Harumi A. Kuno and Elke A. Rundensteiner, "Using Object-Oriented Principles to Optimize Update Propagation to Materialized Views", Proc. of Int'l Conf. on Data Engineering, 1996.
- [LAUR92] Robert Laurini and Derek Thompson, "Fundamentals of Spatial Information", Academic Press, 1992.
- [MEDE94] C. B. Medeiros and G. Jomier, "Using Versions in GIS", Proc. of

Int'l Conf. on DEXA, pp. 465-474, 1994.

[MEDE96] C. B. Medeiros, M. J. Bellosta, and G. Jomier, "Managing Multiple Representations of Georeferenced Elements", Proc. of Int'l Conf. on Data Engineering, pp.364-370, 1996.

[MOON97] Sang-Ho Moon and Bong-Hee Hong, "Design and Implementation of Object-Oriented Spatial Views", Proc. of Int'l Conf. on Object Oriented Information Systems (OOIS), pp. 386-396, 1997.

[NYER89] Timothy L. Nyerges, "Schema Integration Analysis for the Development of GIS Databases", Int'l Journal of Geographical Information Systems, pp. 153-183, 1989.

[SOZU94] C. Souza dos Santos, S. Abiteboul and C. Delobel, "Virtual Schemas and Bases", Int'l Conf. Extending Database Technology(EDBT), 1994.

[이99] 이상원, 김형주, "객체지향 데이터베이스의 복합 객체를 위한 스키마 버전 모델", 한국정보과학회 논문지 (B), pp. 473-486, 1999.

문 상 호

1994년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)

1998년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업 (공학박사)

1998년~현재 위덕대학교 컴퓨터공학과 전임강사
관심분야 : 지리정보시스템, 공간 뷰, 객체지향 DB, 스키마 통합, 캐시 일관성

백 민 의

1995년 부산대학교 지리교육과 졸업(문학사)

1998년 부산대학교 GIS학과 졸업(공학석사)

1998년~현재 코오롱정보통신 기술연구소 연구원
관심분야 : OpenGIS, GIS컴포넌트, internet GIS

홍 봉 희

1984년 서울대학교 전자계산기공학과 졸업 (공학석사)

1988년 서울대학교 전자계산기공학과 졸업 (공학박사)

1987년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 병렬공간 DB, 분산공간 DB, 개방형 GIS