

공간데이터모델 유도에 따른 파급 처리 규칙

도순희⁰, 강혜경, 이기준
부산대학교 지형정보공학과

{shdo, hkkang}@quantos.cs.pusan.ac.kr lik@hyowon.pusan.ac.kr

Rules to control propagations in deriving spatial data models

Soon-Hee Do⁰, Hae-Kyong Kang and Ki-Joune Li
Dept. of Geographic Information Systems, Pusan National University

요 약

기존의 대축적 지리정보 데이터베이스로부터 새로운 소축적 지리정보 데이터베이스를 유도하는 방법 중의 하나는 일반화이다. 이는 대축적 공간데이터를 소축적에 적합하도록 변형시킨다. 즉, 일반화를 통해서 지리정보 데이터의 공간 및 비공간적 특성이 변형되고 그 결과 데이터 모델도 변하게 된다. 본 연구는 이러한 변형에 따른 파급효과를 제어할 수 있는 규칙들을 제시한다. 특히 여섯 가지 일반화 연산자들이 모델에 미치는 영향을 조사하여, 이를 바탕으로 모델 변형을 제어할 수 있는 규칙을 제시하였다.

1. 서 론

'95년 국가지리정보체계 사업 이후 많은 지리정보 데이터베이스가 구축되었다. 지리정보 사용자들은 이러한 데이터베이스를 활용하여 새로운 데이터베이스 구축비용이 감소되기를 요구하고 있다. 기존의 대축적 데이터로부터 소축적 데이터를 유도하기 위해 많이 사용하는 방법으로 '지도 일반화'가 있다. 이것은 대축적의 데이터가 소축적에서 적합하게 표현될 수 있도록 데이터의 공간적 형태를 변형시키는 기법들이다.

지도 일반화 연산자는 그러한 기법들 중의 하나로서, ArcInfo와 같은 상용 지리정보 도구에서 이미 지원하는 기능이다. 또한 70년대 중반이후 지도일반화 연산자에 대한 많은 연구가 수행되어져 왔다. 표1은 모델에 영향을 미치는 연산자에 대한 연구를 분류한 것이다.

표 1. 지도 일반화 연산자

분류	Beard[1]	Dettoni[2]	ESRI[3]	Peng[4]
공간형태 변형	Coarsen Collapse	Symbolisation	Collapse	Collapse
객체의 존재결정	Select Omit	Selection Simplification	Preselection Elimination Simplification	Selection Deletion Simplification
집합객체 생성	Classify Combine	Aggregation	Classification Aggregation	Reclassification Universalization

기존 연구들[1, 2, 3, 4, 5]의 비교를 통해서 두 가지를 알 수 있다. 첫째, 지도일반화 연산자들이 다른 클래스와의 관계는 무시한 채 독립된 새로운 클래스(속성 포함)를 유도하는 것에 제한되어 있다는 것이다. 이것은 데이터 무결성 및 일관성을 방해하는 요인이 될 수 있다.

둘째, 여러 연구에서 제시된 지도 일반화 연산자들이 유사한 기능을 수행한다는 것이다. 예를 들어 위의 표1에서 Select, Selection, Preselection은 모두 같은 역할을 수행한다. 이것은 특정연구에서 제시된 연산자를 사용하더라도 일반성이 보장될 수 있다는 것을 의미한다. 이에 근거해 본 연구는 [3]에서 제시된 여섯 가지 연산자를 사용한다.

본 연구는 모델 지향 일반화에 관한 연구로서 공간적 변형 처리를 목적으로 하는 기존 지도 일반화와 달리 데이터 모델의 변형을 고려한다. 특히, 기존의 대축적 데이터베이스로부터 소축적 데이터베이스를 유도할 때 데이터 모델 상에서 발생할 수 있는 변형과 그에 따른 파급효과를 처리할 수 있는 모델지향 일반화 규칙을 제시한다.

이 연구는 다음과 같은 순서로 진행된다. 먼저, 본 연구에서 사용할 지리정보 데이터 모델을 가정하고, 이 모델에 대해서 여섯 가지 일반화 연산자가 어떻게 작용하는지를 조사한다. 다음으로 각 영향에 따른 파급효과와 이를 제어할 수 있는 규칙을 제시한다. 마지막으로 구현을 통한 예를 들고 결론을 짓는다.

2. 지리정보 데이터 모델

지형지물(Feature)은 지리정보 데이터베이스에서 기본 단위로 사용된다[6, 7, 8]. 지형지물은 위치, 속성정보, 위상관계 및 비공간적 연관 관계로서 현실세계의 현상을 표현한다[9]. 비공간적 연관 관계는 상속, 집합, 연관 관계와 같은 집합화 로 표현된다.

본 연구는 [9]가 정의한 지형지물과 [10]의 객체 추상화를 바탕으로 지리정보 데이터 모델을 OMT표기법에 따라 그림1의 다이어그램처럼 정의하였다.

그림1에서 지형지물은 지형지물클래스 C의 객체로 표현된다. 지형지물의 공간 및 비공간 속성은 지형지물클래스의 속성으로 표현된다. 예를 들어 C의 공간속성은 C.Shape에서 표현하며 C.Shape의 데이터 형은 공간데이터 모델에서 정의된 객체 중의 하나이다.

지형지물 간의 비공간적 관계는 7가지 - 상속, 구체화, 집합, 분류, 연관, 위상, 도메인 - 가 있다. [10]의 상속을 본 연구에서는 상속과 구체화로 세분화했는데 이것은 지도 일반화 연산자가 각각에 작용하는 형태가 다르기 때문이다. 집합도 비슷한 이유로 분류와 집합으로 세분화했다.

3. 모델지향 일반화 규칙

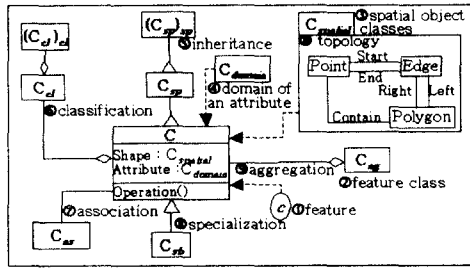


그림 1. 지리정보데이터 모델

이 절에서는 여섯 가지 지도 일반화 연산자의 정의를 기술한다. 또 이 연산자들이 지리정보 데이터 모델에 어떻게 작용하는지 유형별로 분류하고 이에 따른 파급효과를 조사한다. 본 연구에서 사용하는 지도 일반화 연산자의 정의는 [3]에 근거하여 다음과 같이 정의한다.

- **선택(selection)** : 새로운 데이터 베이스의 목적에 맞는 지형지물클래스들을 원시 데이터 베이스에서 선택한다.
- **삭제(elimination)** : 새로운 데이터 베이스의 목적에 적합하지 않는 지형지물들을 삭제한다.
- **축소(collapse)** : 지형지물의 공간정보를 표현하는 공간 객체의 차원을 감소시킨다.
- **단순화(simplification)** : 지형지물의 공간객체의 차원은 유지하면서 해상도를 감소시킨다.
- **분류(classification)** : 동일한 속성을 가진 인접한 지형지물들을 통합한다.
- **집합(geo-aggregation)** : 일정한 거리에 포함되는 지형지물들을 모아서 하나의 지형지물로 집합화 한다.

위의 지도 일반화 연산자가 데이터 모델에 적용되어 실행되는 것을 '모델에 대한 연산자의 작용'이라고 한다. 예를 들어 모델에 대한 선택 연산자의 작용은 원시 데이터 베이스에서 어떤 지형지물을 선택하는 것이다. 이때 선택되어진 지형지물과 구성요소 또는 상속 관계의 지형지물도 선택할 것인지 결정할 필요가 있다. 이러한 선택은 '파급효과'를 발생시킨다. 즉, 데이터 모델의 변경은 다른 변경을 발생시킨다. 이러한 파급효과의 제어는 원시 데이터베이스로부터 의미가 풍부하고 일관성과 무결성이 보장되는 새로운 데이터베이스를 유도할 수 있게 한다.

표2는 여섯 가지 연산자의 작용을 세가지 유형으로 분류하여 각 유형에서 발생하는 파급효과를 조사한 것이다. 지형지물의 선택(존재)여부를 결정하는 분류1의 연산자를 사용할 경우 다른 지형지물과의 관계 처리에서 모호성이 발생한다. 다음 절에서 이러한 모호성을 제어하기 위하여 네 가지 규칙과 분류2 및 분류3의 형태에 속하는 지도 일반화 연산자의 파급효과를 제어하기 위해서도 각각 규칙을 제시한다.

표2. 모델에 대한 연산자의 작용과 파급효과

분류	연산자	작용	파급효과	규칙
1	선택 삭제	지형지물의 선택 (존재)여부 결정	선택된 지형지물과 관계된	1 2
			지형지물의 선택 여부	3 4
2	단순화 축소	지형지물의 공간 특성의 변형	위상관계의 유지 여부	5 6
3	집합 분류	지형지물을 재분류 하여 새로운 지형지 물을 생성	새로운 비공간 관계 및 속성의 생성 여부	7 8 9

다음 네 가지 규칙은 분류1에 속하는 연산자의 파급효과 처리를 위한 것이다. 어떤 지형지물을 선택 또는 삭제했을 때 선택된 지형지물과 관계가 있는 다른 지형지물의 존재여부를 결정한다. 이것은 데이터베이스의 스키마적 무결성과 데이터 일관성을 보장한다. 그림 2는 분류1의 파급효과 처리를 위한 규칙을 OMT 다이어그램으로 표현한 것이다.

- [규칙 1] 상위 클래스의 선택 : 어떤 지형지물 클래스가 선택되면 상위 클래스들도 반드시 선택되어야 한다.
- [규칙 2] 구성요소 클래스의 선택 : 어떤 지형지물클래스가 선택되면 이것의 구성요소 클래스들도 반드시 선택되어야 한다.
- [규칙 3] 도메인 클래스의 선택 : 어떤 지형지물클래스가 선택되면 이것의 도메인 클래스들도 반드시 선택되어야 한다.
- [규칙 4] 연관 클래스의 존재 : 어떤 지형지물클래스가 선택되면 이것의 연관 클래스도 반드시 선택되어져야 한다. 즉, 지형지물클래스의 지형지물이 삭제되면 이 지형지물의 정보를 참조하는 연관 지형지물클래스의 지형지물의 참조정보도 삭제되어야 한다.

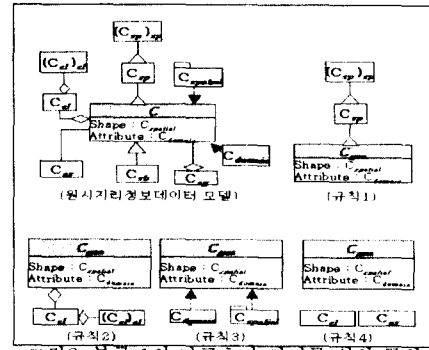


그림 2. 분류 1의 파급효과 처리를 위한 규칙

분류2에 속하는 연산자의 파급효과 처리를 위해 두 가지 규칙을 제시한다. 이 규칙은 지형지물의 공간적 특성이 변경되었을 때 위상관계를 유지함으로써 위상적 무결성을 보장한다.

- [규칙 5] 위상관계의 유지 : 지형지물의 공간 기하 정보가 변하더라도 위상관계와 위상적 일관성은 보호(유지)되어야 한다.
- [규칙 6] 차원변형에 따른 새로운 위상의 생성 : 지형지물의 공간 차원이 변하면 지형지물을 위한 새로운 위상관계를 생성한다. 즉, 축소 연산자를 적용한 결과 그림 3에서와 같이 지형지물 클래스 C의 공간차원이 2차원(polygon)에서 1차원(edge)로 변하면 유도 지형지물 클래스 C_n은 1차원 위상이 생성된다.

분류3에 속하는 연산자의 파급효과 처리를 위한 규칙은 세 가지로 설명할 수 있으며 이 규칙들은 여러 개의 지형지물을 하나의 지형지물로 재구성했을 때 유도할 수 있는 데이터들에 대한 것이다. 이것은 새로운 데이터베이스가 보다 많은 의미를 가질 수 있음을 보장한다. 그림 4는 이러한 파급효과 처리를 위한 규칙을 OMT 다이어그램으로 나타낸 것이다.

- [규칙 7] 지형지물 변형에 따른 새로운 위상의 생성 : 새로운 지형지물이 생성되면 새로운 위상관계도 생성되어야 한다.
- [규칙 8] 새로운 속성 생성 : 지형지물 클래스의 숫자형 속성은 sum(), min()/max(), avg()와 같은 집합 함수에 의해서 새 지형지물 클래스의 속성으로 유도될 수 있다.
- [규칙 9] 집합관계 생성 : 그룹 연산자들에 의해 새 지형지물이 생성되면 이 클래스와 원시 지형지물클래스 간에 집합 관계가 생성될 수 있다.

4. 프로토타입 개발과 적용 예

앞 장에서 설명한 규칙을 쉽게 적용하기 위하여 모델 지향 일반화 도구를 개발하였다. 이 도구를 이용하여 모델 지향 지도 일반화를 수행하였다.

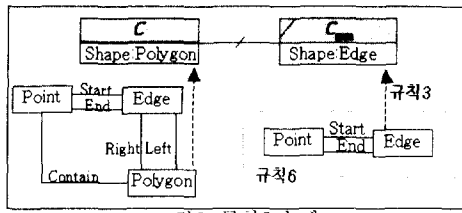


그림3. 규칙6의 예

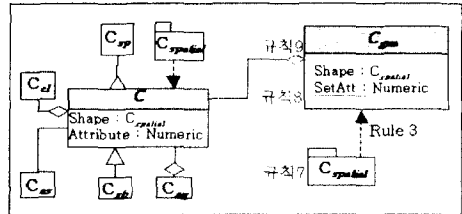


그림4. 분류3 파급효과 처리를 위한 규칙들

수행 예는 새로운 데이터 베이스 유도할 때, 지도 일반화 연산자에 모델 지향 일반화 규칙들이 어떻게 적용되는지를 보여준다. 개발 환경은 Windows 2000에서 Arcinfo desktop 8.0.2, ArcObject, Visual Basic을 이용하였다. 원시 데이터 모델은 그림5와 같이 구축되어 있으며, 새로운 데이터 베이스 유도를 위해 아래에 기술된 다섯 가지 조건을 사용하였다.

- 조건 1 : 동경계, 시경계, 학교는 반드시 포함.
- 조건 2 : 동경계(조건1)는 수원시에 포함.
- 조건 3 : 새로운 데이터베이스의 정확도는 30m.
- 조건 4 : 3m이내에 존재하는 건물들은 하나의 단지로 통합.
- 조건 5 : 학교는 점으로 표현.

개발된 시스템이 제공하는 간단한 사용자 대화의 예는 그림 5b, 5c와 같다.

• 선택

조건1에서 명시한 데이터를 선택한다. 새가지 데이터의 관련 데이터의 처리를 위해 규칙1,2,3,4가 함께 사용된다. 예를 들어 그림 5a에서 같이 원시데이터 모델에서 학교를 선택하면 상위 클래스인 도시계획시설이 규칙1에 의해서 선택되고, 구성요소 클래스인 건물은 규칙2에 의해, 연관 클래스인 토지 이용은 규칙4에 의해서 선택된다. 규칙3은 시스템에서 제공하는 데이터 타입에는 적용하지 않는다. 이 예에서는 모두 시스템이 제공하는 데이터 타입을 사용하였으므로, 규칙3에 의한 클래스는 선택되지 않는다.

• 분류

조건1의 시경계는 원시 데이터베이스에 존재하지 않으므로, 동경계의 속성인 '시 이름(City_Name)'이 이용해서 생성한다. 분류 연산자는 '시 이름'이 같은 동경계를 하나의 시로 통합한다. 규칙7,8,9가 함께 사용된다.

• 삭제

조건2를 위해 수원시에 포함되지 않는 '동'경계를 삭제한다. 규칙 1를 통해 삭제될 '동'경계와 관계(associate)가 있는 지명지물의 참조정보 또한 삭제한다.

• 단순화

조건3의 정확도(tolerance)를 이용해서 공간데이터를 단순화시킨다. 규칙4에 의해 위상은 유지된다.

• 집합

조건4에 따라 건물단지를 생성하며, 새로운 데이터를 위한 위상, 속성 및 관계를 위해 규칙7,8,9가 함께 사용된다.

• 축소

조건5에 사용하며, 위상적 일관성을 위해 규칙5가 사용된다.

5. 결론

일반화는 데이터베이스 구축비용을 감소시킬 수 있는 효과적인 방법임에 틀림없다. 그러나 기존 연구들은 지도 일반화 연산자에

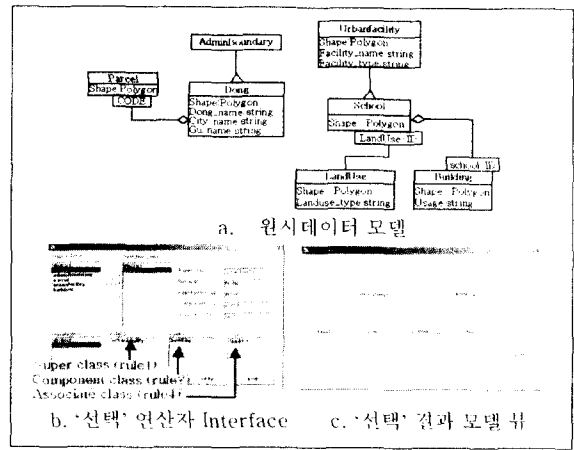


그림5. 선택연산자 수행과정

의한 공간적 변형에 대한 처리와 클래스 유도에 대해서만 연구를 집중하였다. 그 결과 공간적 변형에 따른 위상의 변형과 관계를 맺고 있는 클래스는 별개로 처리했다. 본 연구는 지도 일반화 연산자가 데이터 모델에 어떻게 작용하는지를 기술하고, 그 결과 발생될 수 있는 파급효과를 조사하여, 이를 제어하기 위한 아홉 가지 규칙들을 제시하였다. 또 이 규칙들과 지도일반화 연산자를 통합한 시스템을 구현 하였다.

본 연구는 데이터 베이스 유도를 위한 일반화 과정에서 발생하는 모호성을 해결한 것 외에, 다음과 같은 활용적 측면에도 기여할 수 있다. 첫째, 새로운 데이터 베이스를 위한 후보데이터 모델을 제시함으로써, 사용자 요구에 보다 가까운 데이터 베이스를 생성할 수 있다. 둘째, 유사한 데이터 베이스 유도가 반복적으로 수행된다고 가정할 때 사용자의 개입을 최소화하고 시스템의 이력(history)을 이용한 반자동 시스템을 개발하는 경우에서 본 연구가 활용될 수 있다.

참고문헌

- [1] K.Beard, W.Mackaness, 'Generalization Operations and Supporting Structure', Proc. Auto-Carto, Vol 10, pp.35-39, 1991.
- [2] G. Dettori, Enrico Puppo, 'How Generalization interacts with the topological and metric structure of maps', Proc. SDH, pp.9A:31-33, 1996.
- [3] Esri, 'Automation of Map Generalization', White paper ESRI Inc., 1996.
- [4] W.Peng, K.Tempfli, 'An Object-Oriented Design for Automated Database Generalization', Proc. SDH, pp.200-206, 1996.
- [5] R.B.McMaster, K.S.Shea, 'Generalization in Digital Cartography', The Association of American Geographers, pp.72-98, 1992
- [6] Ordnance Survey, 'DNF : classification and attributes of DNF Feature', TR. <http://www.ordnancesurvey.co.uk>, 2001.
- [7] USGS, 'National Mapping Program Standards : Digital linegraph standards for 1:24,000- scale Digital Line Graphs and Quadrangle Maps(DLG-F)Quadrangle Maps)', TR. <http://rockyweb.cr.usgs.gov/nmp/stds/dlgsstds.html>, 2001.
- [8] 건설교통부, 국립지리원, '수치지도 데이터모델에 관한 연구 II', TR, pp.43-50, 1999.
- [9] A.Y.Tang, T.M.Adams and E.L. Usery, 'A spatial data model design for feature-based geographical information systems', INT.J.Geographical Information Systems, Vol.10, No.5, pp.643-659, 1996.
- [10] J. Rumbaugh, 'Object-Oriented Modeling And Design: 3. Object Modeling, 4. Advanced Object Modeling', TR. Prentice-Hall, Inc., pp.21-80, 1991.