

## 다중축척 공간 데이터베이스에서 축소연산자를 위한 위상 일관성

권오제\* · 강혜경\*\* · 이기준\*

\*전기전자정보컴퓨터공학부 · \*\*지형정보협동과정, 부산대학교

O-Je Kwon\* · Hae-Kyoung Kang\*\*

다중축척 공간데이터베이스란 동일한 현실 공간을 여러 축척의 데이터베이스로 저장한 것을 말한다. 이 다중축척의 데이터베이스는 기존에 구축된 원시 데이터베이스로부터 유도될 수 있다. 그런데 이 유도과정에서 원시 데이터베이스에 있던 기하 및 위상관계는 변형이 된다. 그리고 이 관계 변형은 유도된 데이터베이스의 무결성을 보장하지 못하는 원인이 된다. 때문에 유도된 데이터베이스가 원시 데이터베이스와 일관성이 있는지를 조사할 필요가 있다. 이 논문은 원시 데이터베이스와 유도된 다중축척 데이터베이스간의 위상적 일관성에 초점을 둔다. 특히, 2차원 공간객체가 1차원으로 축소되었을 때 위상관계의 일관성을 평가하는 방법을 제안할 것이다. 즉, 2차원 공간객체간에 위상관계를 표현하는 8가지 위상관계를 2차원과 1차원 공간객체간에 위상관계를 표현하는 19가지 위상관계로 일관성 있게 전환하는 4가지 방법을 제안할 것이다. 이 방법들은 새로 생성된 다중축척 데이터베이스의 위상관계가 원시 데이터베이스로부터 일관성 있게 유도되었는지를 판단하는 근거가 될 수 있다. 또, 다중축척 데이터베이스간에 위상관계의 일관성을 보장하므로 동일 공간에 주어진 사용자 질의는 축척에 상관없이 그 결과가 동일하게 된다.

주요어 : 위상 일관성, 다중축척 데이터베이스 일관성, 데이터베이스 일반화

### Topological Consistency for Collapse Operator on Multi-Scale Databases

#### Abstract

When we derive multi-scale databases from a source spatial database, the geometries and topological relations in the source database are transformed according to a predefined set of constraints. This means that the derived databases should be checked to see if the constraints are respected during the construction or updates of databases and to maintain the consistency of multi-scale databases. In this paper, we focus on the topological

consistency between the source and derived databases, which is one of the important constraints to respect. In particular, we deal with the method of assessment of topological consistency, when 2-dimensional objects are collapsed to 1-dimensional ones. We introduce eight types of topological relations between 2-dimensional objects and 19 topological ones between 1-dimensional objects and propose four different strategies to convert 2-dimensional topological relations in the source database to 1-dimensional ones objects in the target database. With these strategies, we guarantee the topological consistency between multi-scale databases.

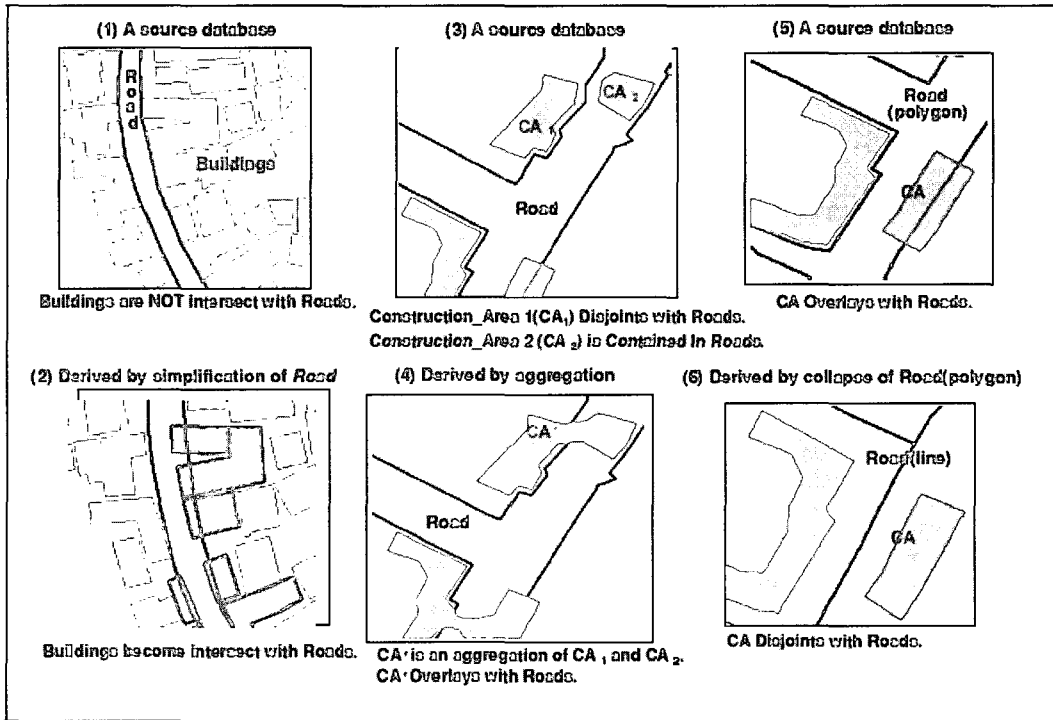
**Keywords** : Topological consistence and relations, consistency of multi-scale databases, database generalization, map generalization.

## 1. 서론

다중축척 공간 데이터베이스는 동일한 현실공간을 다른 축척으로 표현하는 공간데이터베이스의 집합이다. 일반적으로 소축척 데이터베이스를 일반화 함으로서 대축척 데이터베이스는 유도될 수 있다[17]. 원시 데이터베이스에 있던 기하 및 위상은 일반화 과정을 거치면서 변형된다[11]. 유도된 위상관계를 유지관리할 때, 원시 데이터베이스에 있는 위상관계와 유도된 데이터베이스 안에 있는 위상관계는 동일하지 않을 수 있다. 때문에 원시 데이터베이스와 유도된 데이터베이스간의 위상적 일관성을 평가하는 것은 어려운 작업이다.

우리는 위상적 일관성을 두 가지 방법으로 조사할 수 있다. 첫 번째 방법은 그림 1-(1)에서처럼, 원시데이터베이스와 유도된 데이터베이스간의 위상이 동일한지를 조사하는 것이다. 그림 1-(1)a에서 원시 데이터베이스 안에 있는 도로는 건물과 교차하지 않는 반면, 그림 1-(1)b에서 유도된 데이터베이스 안에 있는 도로는 건물과 교차한다. 이 두 데이터베이스는 분명히 모순이다. 그림 1-(1)b처럼, 도로는 건물과 교차하지 않아야 한다. 이 경우, 원시 및 유도된 데이터베이스는 동일한 위상관계를 유지하며, 결과적으로 위상적 일관성이 존중되어 졌다. 이 일관성 조사방법은 일반화 과정에서 기하적 특성이 변형될 경우에 한해서 적용 가능한 방법이다.

위상적 일관성을 조사하는 두 번째 방법은 유도된 데이터베이스의 위상관계가 원시 데이터베이스 안에 있는 위상관계들과 다름에도 불구하고 정확하게 대응되는지를 조사하는 것이다. 그림 1-(3)과 (4)에서, 원시 데이터베이스에서 disjoint는 유도된 데이터베이스에서 overlay로 전환되었다. 이 두 관계는 서로 다르지만 일반화 과정에서 대응되는 관계로 인식된다. 기존 연구들[4, 6, 8, 9, 13, 15]이 2차원 공간객체들간의 위상관계의 일관성 있는 전환을 위해서 연구를 해왔다. 그러나 1차원으로 축소된 2차원 공간객체와 축소되지 않은 2차원공간객체간의 관계에 대한 연구는 거의 없다. 일반화 과정에서는 공간객체의 차원축소가 일어날 수 있으므로, 본 논문은 2차원 공간객체가 1차원 공간객체로 축소(collapse)되었을 때 위상관계의 일관성을 고려한다. 그림 1-(5)와 (6)은 이 논문의 동기(motivation)을 잘 보여준다.



<그림 1> 다중축적 데이터베이스의 위상 관계들의 변환

원시 데이터베이스에서 도로와 공사구간간에 존재하는 overlap관계는 축소연산자에 의해 유도된 데이터베이스 안에서 disjoint관계로 변화될 수 있다. 혹은 축소연산자 알고리즘에 의해서 disjoint대신 meet이나 다른 관계로 변할 수도 있다. 그러나 이 변화된 관계들이 모두 받아들여지는 것은 아니다. 즉, 원시 데이터베이스 안에 있는 overlay은 도로와 공사구간은 교집합이 존재한다는 의미이다. 반면, 유도된 데이터베이스 안에 있는 disjoint 관계는 도로와 공사구간간에 교집합이 없다는 의미이므로 두 관계가 서로 모순인 것이다. 이 논문에서는 4가지 위상변환방법을 제안하고 이 방법들을 비교한다.

이 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 관련연구를 조사하고 2차원 공간객체들간의 위상관계 및 1차원과 2차원 공간객체들간의 위상관계를 기술한다. 이 위상관계를 바탕으로 3장에서는 4가지 위상관계 전환방법을 제안한다. 4장에서는 이 방법들을 비교하는 사례연구를 기술하고 마지막으로 5장에서 이 논문을 결론짓겠다.

## II. 관련 연구 및 사전 정의

### 2.1 관련 연구

이 논문은 다중축적 데이터베이스상에서 위상적 일관성에 관한 연구이다. 이것과 관련된 연구분야에는 첫째 위상 관계, 둘째 원시 데이터베이스에 존재하는 관계로부터 새로운 관계의 유도, 셋째 다중축적 데이터베이스에서 위상관계의 일관성 있는 전환이 있다. 이 장에서는 이 세 연구분야에서 제안되어진 몇몇 연구들을 간단히 소개하고 그 한계점들을 언급한다. 위상관계는 2.2절에서 따로 기술하고, 나머지 두 연구분야를 먼저 소개하겠다.

#### ◦ 위상관계의 추정(inference)

유도된 데이터베이스의 관계는 새로 정의하기 보다는 원시 데이터베이스에 정의된 관계들로부터 자동적으로 정의되어질 수 있다. 때문에 우리는 공간 관계의 추론에 대한 연구들을 조사할 필요가 있다. [4]는 새로운 공간정보의 추론을 변이(transitivity), 합성(composition)같은 이전 위상관계의 특성을 이용해서 정형화하였다. 변이의 예를 들면, 두 공간객체 A와 B에 대해서 A contains B 이고 B contains C는 A meet C는 될 수 없음을 의미한다. 즉, {contains, contains}는 {meet}으로 변이(transit)될 수 없다. [8]은 집합-포함(set-inclusion) 관계를 이용하여 위상 관계를 추론하는 방법을 제시하였다. 예를 들어, 두 공간객체 A와 B가 있을 때, A가 B를 포함(include)하고 B와 C가 교차(intersect)하는 것은 A와 C가 교차(intersect)하는 것을 의미한다. 이 방법은 공간객체들간의 집합-포함(set-inclusion) 관계가 존재하지 않을 경우 적용하기가 어렵다. [9]는 위상관계 외에도 동서남북 같은 방향, 멀고 가까움을 표현하는 추정 거리(approximate distance), 전후같은 시간에 대한 관계를 고려하였다. 이렇게 다른 여러 종류의 관계들을 동시에 고려함으로써 각각의 관계들이 개별적으로 고려되어 질 때 보다 훨씬 더 의미있는 관계들을 추론할 수 있었다. 예를 들어 두개의 공간객체 A와 B에 대하여 A가 B의 북쪽에 있고, B가 C를 포함하는 것은 A가 C의 북쪽에 있고 A는 C와 disjoint함을 의미한다. 이와 같은 기존연구들은 기존 공간관계로부터 새로운 관계를 추론하기 위한 방법들로서, 이 방법들은 공간객체에 변형이 발생하지 않는 경우에 대하여 적용 가능하다. 그러나 다중축적 데이터베이스가 유도되는 동안, 공간객체는 집합(aggregation) 혹은 축소(collapse) 연산자에 의해 변형이 되므로 이 기존 연구방법들을 적용하기에는 한계가 있다.

#### ◦ 위상관계의 일관성

원시데이터베이스에 있는 관계는 다른 종류의 관계로 전환되어 새로운 다중축적 데이터베이스로 유도되어질 수 있다. 이 경우, 전환된 관계와 원시 관계간의 유사성(similarity) 혹은 일관성(consistency)이 평가될 필요가 있다. 이 유사성을 평가하기 위해서 [6]은 두 공간 객체간의 경계-경계 교집합(boundary-boundary intersection)을 이용한 방법을 제안하였다. 경계-경계 교집합은 [5]에서 제안한 9-교차모델(intersection model)의 일부분으로, 두 위상관계의 경계-경계 교집합이 서로 동일하면 두 위상관계는 동일하다는 것이다. [13]은 그림 1-(3)과(4)처럼,

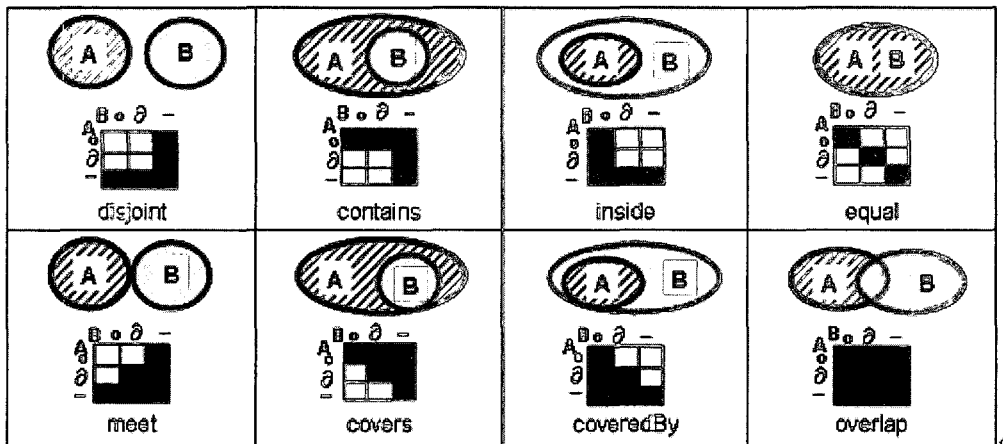
공간객체가 집합(aggregation)화 되었을 때, 이 새로운 집합객체의 관계를 원시 공간객체로부터 추론하는 방법을 제안하였다. 이 연구는 다중축적 데이터베이스가 집합(aggregation) 연산자에 의해 유도되었을 때 적용할 수 있다. 그러나 다중축적 데이터베이스를 유도하는 데는 집합연산자 외에도 축소, 단순화와 같은 연산자들이 있고, 이들에 의해 생성된 새로운 공간객체의 관계를 추론하는 연구는 아직 더 필요하다. 본 연구는 이 중에서 축소연산자에 의해 다중축적 데이터베이스가 유도된 경우 생성된 관계들이 일관성이 있는지를 판단할 수 있는 근거를 제시한다.

### 2.2 면-면 및 면-선 위상관계

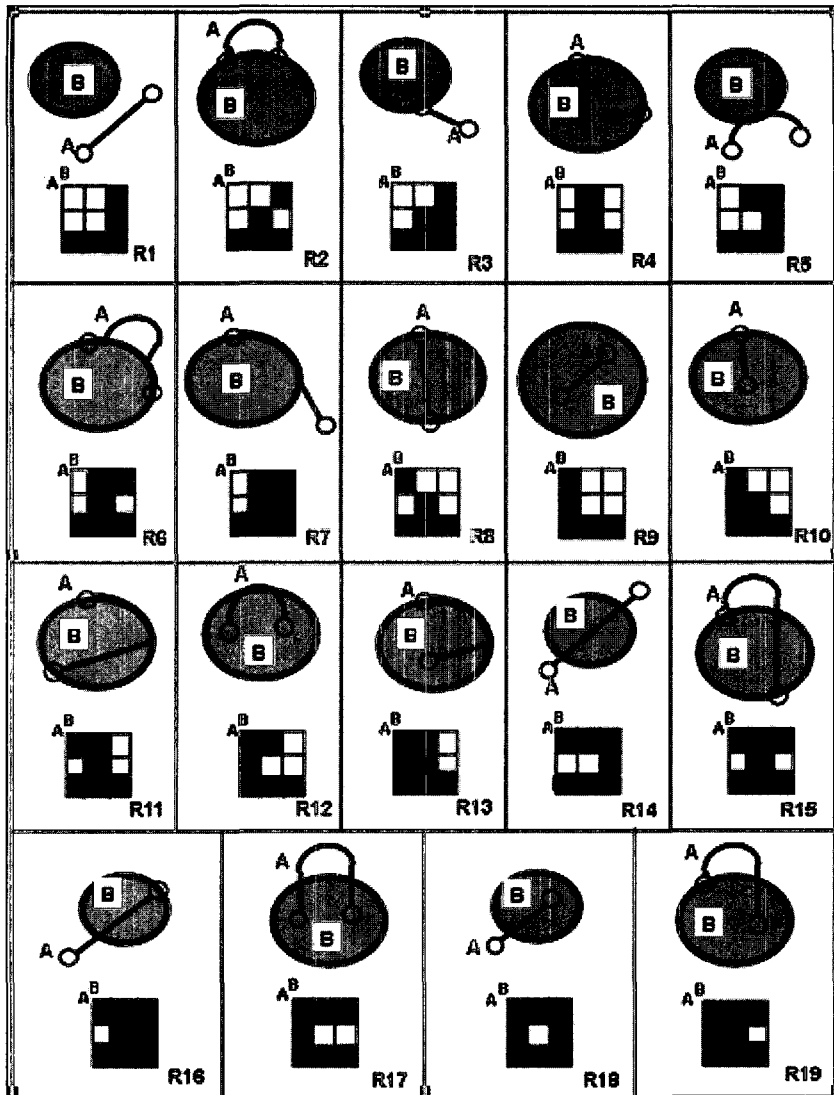
이 연구는 위상적 일관성에 관한 것이다. 기존에 제안한 위상모델에 관한 연구[1, 2, 5, 7, 10, 14]를 바탕으로 '면-면 위상관계'와 '면-선 위상관계'를 소개한다. 위상모델을 표현하는 방법 중에서 가장 많이 사용되는 방법은 9-교차모델(intersection model)인데, 이것은 두 점 집합 A와 B간의 관계(R)를 내부( $\circ$ ), 경계( $\partial$ ) 및 외부( $-$ )로 나누고 각각의 교집합이 존재하는지를 이진(0 or 1)으로 표현한 것이다.

$$R(A, B) = \begin{pmatrix} A^\circ \cap B^\circ & A^\circ \cap \partial B & A^\circ \cap B^- \\ \partial A \cap B^\circ & \partial A \cap \partial B & \partial A \cap B^- \\ A^- \cap B^\circ & A^- \cap \partial B & A^- \cap B^- \end{pmatrix}$$

이 9-교차모델을 사용하면 512가지(29) 위상관계가 나올 수 있는데, 이들은 그림 2-(1)에서와 같이 8가지로 분류된다. 선과 면 위상관계를 위해서는 그림 2-(2)처럼 19가지 위상관계가 가능하다. 이 분류를 바탕으로 원시 데이터베이스와 유도된 데이터베이스간의 위상관계가 일관성 있는지 그렇지 않은지를 비교할 것이다.



(1) 8가지 면-면 위상관계



(2) 면과 선간의 19가지 면-선 위상관계  
 <그림 2> 위상 관계

### III. 위상관계 간의 일관성 있는 대응

이 장에서는 그림 2-(1)의 8가지 면-면 위상관계를 그림 2-(2)의 19가지 면-선 위상관계로 대응시키기 위한 4가지 접근법을 소개한다. 이 4가지는 매트릭스 비교(matrix-comparison) 방법, 위상거리(topology distance) 방법, 매트릭스 통합(matrix-union) 방법, 혼합방법이다.

### 3.1 매트릭스 비교(matrix-comparison) 방법

두 위상관계의 9-교집합 매트릭스 (intersection matrix)가 일치하면 두 위상관계는 동일하다[1]. 매트릭스 비교(matrix-comparison) 방법은 9-교집합 매트릭스에서 L-와 교집합인 P°, ∂P, P-를 제외한 6-교집합 매트릭스를 비교한다. 이것은 L-와 P°, ∂P, P-는 항상 교집합이 존재하기 때문이다.

◦ 정의1 : 면-선 위상관계 특징

면(P)과 선(L)간에 위상관계는 다음 특징을 가진다.

$$(L^- \cap P^0 = -\emptyset) \wedge (L^- \cap \partial P = -\emptyset) \wedge (L^- \cap P^- = -\emptyset)$$

면 PB와 면 PA를 축소시킨 직선 L의 6-교집합 매트릭스 MR'1D' 는 다음과 같이 구성된다.

$$M_{R'_{1D}(L, P_B)} = \begin{pmatrix} L^0 \cap P_B^0 & L^0 \cap \partial P_B & L^0 \cap P_B^- \\ \partial L \cap P_B^0 & \partial L \cap \partial P_B & \partial L \cap P_B^- \end{pmatrix}$$

두 면 PA, PB에 대한 6-교집합 매트릭스 MR'2D' 는 다음과 같이 구성된다.

$$M_{R'_{2D}(P_A, P_B)} = \begin{pmatrix} P_A^0 \cap P_B^0 & P_A^0 \cap \partial P_B & P_A^0 \cap P_B^- \\ \partial P_A \cap P_B^0 & \partial P_A \cap \partial P_B & \partial P_A \cap P_B^- \end{pmatrix}$$

매트릭스-비교는 MR'1D와 MR'2D가 동일할 때 두 관계는 모순이 없다는 것을 말한다. 예를 들어, equal 과 R8은 그들의 6-교집합 매트릭스가 같기 때문에 모순이 없다.

$$M_{equal} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} = M_{R_8} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

### 3.2 위상거리 접근

두 관계 R1, R2의 유사성은 [3]있는 위상거리 TR1,R2 을 통해 구할 수 있다.

$$T_{R_1, R_2} = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 |M_{R_1}[i, j] - M_{R_2}[i, j]|$$

다음 예는 그림 2의 contain과 R16 간의 위상거리를 계산하는 방법을 보여준다.

다중축적 공간 데이터베이스에서 축소연산자를 위한 위상 일관성

$$M_{contains} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, M_{R_{16}} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, M_{contains} - M_{R_{16}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\| M_{inside} - M_{contains} \| = 3$$

위상거리 접근에 따르면, 관계들의 일치성은 그림 4에 보여지는 것과 같다. 두 관계 사이에 위상거리가 작으면 작을수록 두 관계는 유사하다. 그래서, 최소의 위상거리를 가지는 일치하는 관계들이 모순이 없는 관계로 선택되어진다.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Disjoint	r1	r3,r5	r2,r7, r14	r6,r16, r18	r4,r8,r9, r15,r17	r10,r11,r 12,r19	r13	X	x
CoveredBy	r10	r8,r9, r13	r11,r12 ,r19	r2,r4, r15,r17					
Cover	X	X	r16	r2,r4, r15,r17	r3, r6, r16, r18	r1, r7, r14, r15			
Overlap	x	r15,r18, r19	r7,r13, r14,r15 ,r17	r3,r5,r6 ,r10,r11 ,r12	r1,r2,r4, r8,r9				
Meet	R3	r1,r2,r7	r5,r6, r16	r4,r8, r14,r15	r10,r11, r18,r19	r9,r13,r1 7	r12		
Equal	X	X	r8	r10,r11	r2,r4,r9, r13,r15	r3,r6,r12 ,r16,r19	r1,r7,r1 4,r17	r5, r18	
Contain			r14	r5,r16, r18	r1,r7, 15,r17	r3,r6,r11 ,r12,r19	r2,r4,r8 ,r9,r13	r10	X
Inside	r9	r10,r12	r8,r13, r17	r11,r18, r19	r1,r2,r4, r14,r15	r3,r5,r6,r 16	r7		

<그림 4> 8가지 면-면 관계와 19가지 면-선 관계사이의 위상거리

이 접근은 매트릭스 비교에 비해 더 표현력이 강한데 그 이유는 모든 8가지의 면-면 관계가 19가지의 면-선 관계와 일치하기 때문이다. 하지만 일치성에 있어서 모호성을 지니는데 그것은 overlap의 경우 여러 개의 일치하는 관계를 가지기 때문이다. 즉, overlap 관계는 3개의 일치하는 관계 R16, R18, R19를 가진다. 3가지 가능한 관계 중 임의로 하나를 선택하는 것은 아직까지 만족스러운 해결책으로 제안되어지고 있지 않다. 즉, 위상거리는 멀지만 일반화의 결과는 위상거리가 가까운 경우보다 더 좋을 수 있다.



### 3.3 매트릭스 합집합 접근

매트릭스 합집합 접근의 주요 목적은 다수의 일치 관계들을 제안함으로써 앞서 언급한 위상거리 접근의 한계성을 극복하기 위함이다. 본 논문의 목적은 면-면 관계와 면-선 관계에서 모호성이 없는 일치 관계를 찾아내는 방법을 제안하는 것이다. 하나의 면은 일반화 과정을 통해 하나의 선으로 일반화된다. 다시 말하면, 면의 내부와 경계가 선으로 일반화되는 것이다. 그래서 선을 다음과 같이 제정의 할 수 있다.

◦ 정의 2 : 선(일반화된 면)

선  $L$  은 면  $P$  의 내부와 경계의 합집합의 부분집합이다. 즉,

$$L \subseteq P^\circ \cup \partial P$$

정의 1, 2를 바탕으로 두 관계의 3-교집합 매트릭스를 비교할 수 있다. 우리는 하나의 선과 하나의 면 MR1D, 두 면 MR1D, MR2D 간의 3-교집합 매트릭스를 다음처럼 구할 수 있다.

$$M_{R_{1D}(L, P_B)} = (L^{\circ \cup \partial} \cap B^\circ \quad L^{\circ \cup \partial} \cap \partial B \quad L^{\circ \cup \partial} \cap B^-)$$

$$M_{R_{2D}(P_A, P_B)} = (A^\circ \cup \partial A \cap B^\circ \quad A^\circ \cup \partial A \cap \partial B \quad A^\circ \cup \partial A \cap B^-)$$

교차 매트릭스-합집합은 MR1D와 MR2D가 모호성이 없으면 두 관계가 일치한다는 것이다. 이 접근은 면-면 관계가 면-선 관계로 일반화 될 때 다수의 후보자를 허용한다. 하지만, 매트릭스-비교나 위상거리 접근과는 달리 특정 경우 합집합 과정에서 정보의 손실이 있기 때문에 최적의 관계를 제안하지 못할 수 있다. 다음 장에서는 새로운 접근 방법인 혼합 접근에 대해 소개한다. 혼합 접근은 최적의 관계를 선택하는 방법을 제안함으로써 매트릭스-합집합 접근에서의 모호성 문제를 해결한다.

### 3.4 혼합 접근 : 매트릭스-합집합과 위상거리의 혼합

매트릭스-합집합 접근을 통해 구해진 후보자 관계들에 대해서, 혼합 접근은 각 관계들의 위상거리를 구하여 그 크기대로 정렬한다. 일반화 과정에서 혼합 접근은 이 정렬을 통해 다수의 후보 관계들 중에 하나의 관계를 선택하도록 제안한다. 그림 5에서 보면, 위상거리를 통해 정렬된 모순이 없는 관계들을 볼 수 있다.  $y$  축은 각 면-면 관계의 일치 정도를 나타내고  $x$  축은 각 면-면 관계를 나타낸다. 예를 들어, equal과 R8 간의 위상거리는 0이고 따라서 이 쌍은 {R8, R10, R11, R12, R13} 중 가장 일치하는 쌍이다. 하지만 이 사실이 우리가 equal을 면-면 관계에서 하나의 면-선 관계로 일반화 할 때 항상 R8를 선택해야 한다는 것을 의미하는 것은 아니다. 우리는 면을 일반화시키기 위한 허용오차(threshold)값이나 일반화된 객체를 선택하기 위한 기준, 일반화에 사용된 알고리즘 등 정확한 일반화 과정을 모르기 때문이다. 혼합 접근의 주된 목적은 모순이 없는 일치하는 관계들의 집합을 제안하고 이 집합에 포함되지 않는 관

계들을 제거하기 위함이다.

Consistency	Weaker								6
		R19		<b>R12</b>		R17			5
		R15,R17		<b>R13</b>		R18,R19			4
		R16		<b>R10,R11</b>		R14,R15			3
		R14			R5,R6	R16	R11,R12	R14,R15, R17	2
					R2,R7		R8,R13	R16,R18, R19	1
	Stronger	R1	R9	<b>R8</b>	R3		R10		0
		<b>disjoint</b>	<b>contains</b>	<b>inside</b>	<b>equal</b>	<b>meet</b>	<b>covers</b>	<b>coveredBy</b>	<b>overlap</b>

<그림 5> 교차 매트릭스-합집합과 위상거리의 혼합 방법

#### IV. 사례 연구

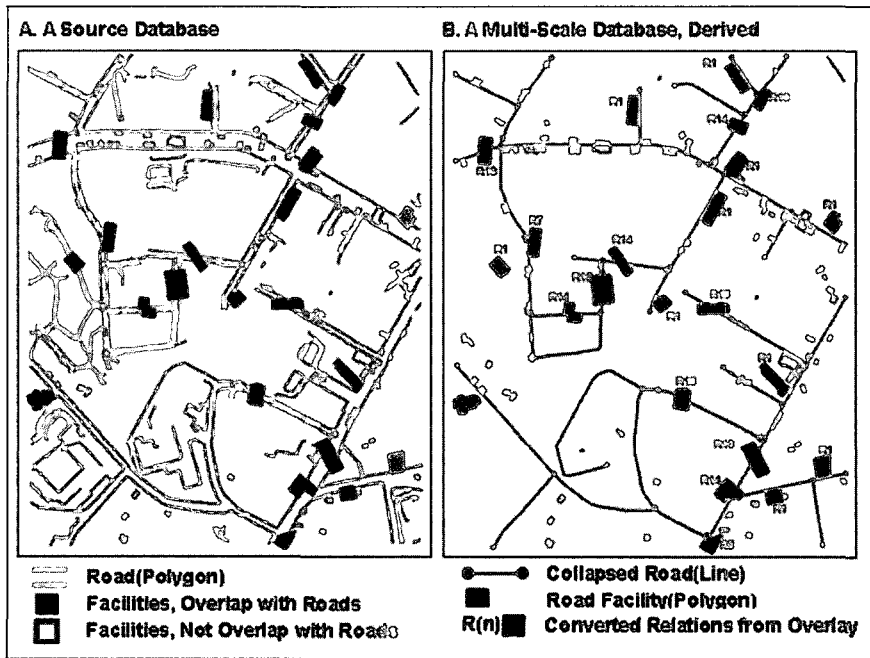
앞서 우리는 8개의 면-면 위상 관계들과 19개의 면-선 위상 관계들 간의 모순이 없는 일치성을 정의하기 위한 4가지 접근 방법에 대해 소개하였다. 이 접근들은 첫 번째로 다중축적 데이터베이스에서 잘못되거나 모호성이 있는 위상 관계 변환을 찾아내고 사용자로 하여금 모호한 위상 관계 변환을 수정할 수 있게 해준다. 두 번째로 이 접근들은 여러 가능성 있는 위상 변환들 중 최적의 위상 관계를 찾아내는데 유용하다.

이 장에서는 다중축적 데이터베이스에서 모호한 위상 변환을 찾아내기 위한 위상거리와 매트릭스-합집합 접근의 응용 사례에 대해 소개한다. 예를 들어, 그림 6-A 에서와 같이 거리와 거리 편의시설을 포함한 고속철 원본 데이터베이스가 있다고 하자. 원본 데이터베이스에서 2차원인 거리 객체는 유도된 데이터베이스에서는 선으로 일반화 된다. 일반화 되는 동안 거리와 거리 편의시설 간의 위상 관계는 그림 6-B에서와 같이 바뀐다. 우리는 이전 장에서 제안된 모호성이 없는 일치성을 통해 모호성이 존재하는 관계들을 찾아낼 수 있다.

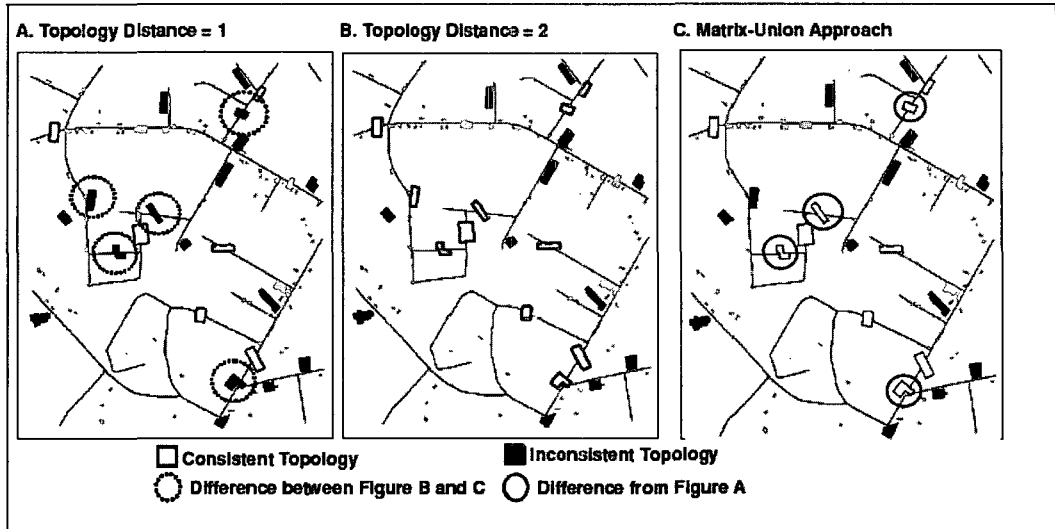
그림 7은 각각 위상거리 방법과 매트릭스-합집합 방법을 통해 찾아진 모호성이 있는 위상 관계와 모호성이 없는 위상 관계를 보여준다. 위상거리 방법과 매트릭스-합집합 방법을 통해 우리는 서로 다른 모호성이 존재하는 위상 변환 관계들을 얻어낸다. 위상거리의 작은 값들을 이용하여 유도된 데이터베이스에서 작은 위상 관계 집합을 허용할 수 있다. 예를 들어, 위상거리가 1일 때 오직 6개의 위상 관계가 모호성이 존재하지 않는다는 것을 알 수 있는 반면 위상

거리가 2이면 11개의 위상 관계가 모호성이 존재한다는 것을 알 수 있다. 이것은 작은 위상거리 값을 줌으로써 모호성이 없는 위상 관계를 강요할 수 있음을 의미한다.

그림 7-C는 매트릭스-합집합 접근의 결과를 보여준다. 원 안의 거리 편의 시설은 위상거리가 1일 때 위상거리 방법의 오차를 나타낸다. 이것들은 매트릭스-합집합 방법에 의해서는 모호성이 없는 반면 위상거리 방법에 의해서는 모호성이 존재한다고 여겨진다. 하지만 실제로는 그림 7-A와는 달리 이 편의 시설은 모호성이 없고 매트릭스-합집합 방법의 결과는 먼 사이의 overlap 위상 관계가 일반화 된 후 여전히 overlap 관계이기 때문에 그림 7-C에서와 같이 올바른 것임은 분명하다. 대조적으로 위상거리가 2로 주어졌을 때 두 방법의 결과는 점선원에 포함된 거리 편의 시설을 제외하고 그림 7-B와 7-C에서 처럼 거의 유사하다. 하지만 그림 7-B의 점선원에 포함된 거리 편의 시설처럼 overlap 관계가 meet 관계로 바뀌었기 때문에 틀린 관계라고 볼 필요는 없다. 이것은 위의 경우 위상거리 방법이 매트릭스-합집합 방법보다 더 좋다는 것을 의미한다.



<그림 6> 원본 데이터베이스와 고축적 데이터베이스



<그림 7> 위상거리 접근 방법과 매트릭스-합집합 접근 방법

이러한 사례 연구로부터 제안된 4가지 방법 중 유도된 데이터베이스로부터 정확하게 모호성이 있거나 없는 관계를 정확하게 찾아내는 방법은 없다는 결론을 내릴 수 있다. 그 이유는 사용자의 간섭 없이 어떠한 방법으로도 현실 세계의 모든 경우에 대해 다룰 수 없기 때문이다. 그리고 사용자의 요구 사항에 가장 적합한 방법은 사용자의 실험과 실수에 의해 선택되어 질 수 있다. 예를 들어, 위상 관계가 중요할 경우 가능한 한 많은 모호성이 많은 관계를 찾아내는 방법을 선택하는 것이 우선적일 수 있다.

## V. 결론

고축적의 공간 데이터베이스를 저축적의 데이터베이스로 일반화시킬 때 위상 관계 뿐만 아니라 기하학적인 요소도 변한다. 원본 데이터베이스로부터의 위상 변환 중 어떤 것은 잘못 변환된 것일 수 있기 때문에 이것을 찾아내어야 한다.

본 논문에서는 면 객체가 선 객체로 일반화 될 때 위상 관계의 일관성을 평가하기 위한 여러 방법을 제안한다. 본 논문에서 제시한 방법들은 8개의 면과 면 사이의 위상 모델과 19개의 면과 선 사이의 위상 모델에 기본을 두고 있다[1]. 특히 본 논문에서는 4가지 다른 접근 방법들을 통해 원본과 유도된 위상 관계 사이에 모호성이 없는 위상적 일치성을 정의하였다. 이 일치성을 통해 모호성이 있고 예러가 있는 위상 변환을 탐지할 수 있고 일반화 과정이나 원본 데이터베이스의 갱신 동안 원본 데이터베이스와 유도된 데이터베이스 간의 일치성을 유지해 줄 수 있다.

참고문헌

- [1] M. J. Egenhofer and H. Herring, 1990: Categorizing Binary Topological Relations Between Regions, Lines, and Points in Geographic Databases, Technical Report, Department of Surveying Engineering, University of Maine.
- [2] M. J. Egenhofer, 1991: Point-Set Topological Spatial Relations, International Journal of Geographical Information Systems 5(2):161-174.
- [3] M. J. Egenhofer and K. K. Al-Taha, 1992: Reasoning about Gradual Changes of Topological Relationships, Theory and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space, LNCS, VOL. 639, Springer-Verlag, 196-219.
- [4] M. J. Egenhofer, and J. sharma, 1993: Assessing the Consistency of Complete and Incomplete Topological Information, Geographical Systems, 1(1):47-68.
- [5] E. Clementini, J. Sharma, and M. J. Egenhofer, 1994: Modeling Topological Spatial Relations : Strategies for Query Processing, Computer and Graphics 18(6):815-822.
- [6] M. Egenhofer, 1994: Evaluating Inconsistencies Among multiple Representations, 6th international Symposium on Spatial Data Handling, 902-920.
- [7] M. J. Egenhofer, E. Clementini and P. Felice, 1994: Topological relations between regions with holes, International Journal of Geographical Information Systems 8(2):129-144.
- [8] M. J. Egenhofer, 1994: Deriving the Composition of Binary Topological Relations, Journal of Visual Languages and Computing, 5(2):133-149.
- [9] J. Sharma, D. M. Flewelling, and M. J. Egenhofer, 1994: A Qualitative Spatial Reasoner, 6th International Symposium on Spatial Data Handling, 665-681.
- [10] D. M. Mark, and M. J. Egenhofer, 1995: Modeling Spatial Relations Between Lines and Regions:Combining Formal Mathematical Models and Human Subjects Testing, Cartography and Geographical Information System, 21(3):195-212.
- [11] Muller J. C., Lagrange J. P. and Weibel R., 1995: Data and Knowledge Modelling for Generalization in GIS and Generalization, Taylor & Francis Inc., 73-90.
- [12] M. J. Egenhofer, 1997: Consistency Revisited, GeoInformatica, 1(4):323-325.
- [13] N. Tryfona and M. J. Egenhofer, 1997: Consistency among Parts and Aggregates: A Computational Model. Transactions in GIS, 1(3):189-206.
- [14] A.Rashid, B. M. Shariff and M. J. Egenhofer, 1998: Natural-Language Spatial Relations Between Linear and Areal Objects: The Topology and Metric of English Language Terms, International Journal of Geographical Information Science, 12(3):215-246.
- [15] J. A. C. Paiva, 1998: Topological Consistency in Geographic Databases With Multiple Representations, Ph. D. Thesis, University of Maine,http:

[//library.umaine.edu/theses/pdf/paiva.pdf](http://library.umaine.edu/theses/pdf/paiva.pdf).

- [16] A. Belussi, M. Negri and G. Pelagatti, 2000: An Integrity Constraints Driven System for Updating Spatial Databases, Proc. of the 8th ACMGIS, 121-128.
- [17] H. Kang, J. Moon and K. Li, 2004: Data Update Across Multi-Scale Databases, Proc. Of the 12th International Conference on Geoinformatics, 749-756.