

다중축척 데이터베이스 구축을 위한 CASE 도구

이성희*, 강혜경*, 이기준*
부산대학교 전자계산학과*, GIS 학과*

A CASE Tool for Building Multi-Scale Databases

Lee Sung Hee*, Kang Hae Kyung*, Ki-Joune Li*
Dept. of Computer Science*, Dept. of GIS*, Pusan National University

요약

공간 데이터베이스 구축을 효과적으로 하는 방법중의 하나는 다중축척 공간 데이터베이스를 이용하여 여러 종류의 다중축척 데이터베이스를 구축하는 것이다. 다중축척 데이터베이스의 구축에는 많은 작업들이 포함된다. 기하학적 변형이나 불필요한 객체의 단순화, 삭제 등의 지도 일반화와 데이터 모델의 변형, 그리고 데이터베이스의 진한 과정이 포함된다. 이 작업은 매우 다양한 처리과정을 요구하기 때문에 자동화된 도구의 도움을 필요로 한다. 본 논문에서는 다중축척 데이터베이스 구축에 이용되는 작업을 지원하는 CASE 도구를 소개한다. 이 도구는 지도 일반화에 의해 발생하는 데이터 모델의 변화에 대한 규칙에 따라 새로운 소축척의 데이터베이스와 데이터 모델을 설계하는 작업을 지원하며, 이 데이터 모델에 따라 대축척의 데이터베이스를 소축척의 데이터베이스로 진화하는 기능을 지원한다.

1. 서론

공간 데이터베이스를 새롭게 구축하는 데는 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 이 공간 데이터베이스 구축을 효과적으로 하는 방법중의 하나는 대축척 공간 데이터베이스를 이용하여 여러 종류의 다중축척 데이터베이스를 구축하는 것이다. 이렇게 함으로써 공간 데이터베이스를 새롭게 구축하지 않고도 효율적으로 사용자가 필요로 하는 특정정보를 제공할 수 있다. 그러나, 다중축척 데이터베이스의 구축에는 많은 작업들이 포함된다. 기하학적 변형이나 불필요한 객체의 단순화, 삭제, 축소, 집단화 그리고 분류 등의 지도 일반화와 데이터 모델의 변형, 위상적 일관성의 유지, 그리고 SQL이나 기타 질의 언어를 이용한 데이터베이스의 전환 과정이 포함된다. 지도 일반화를 수행하는 일반화 연산자에는 목적과 축척에 맞는 Feature 클래스를 선택하는 선택 연산기, 불필요한 객체를 삭제하는 제거 연산자, 선이나 경계에서 가장 중요한 형태는 파괴하지 않고 굴곡이나 파동 같은 불필요한 부분을 제거하는 단순화 연산자, 동일한 지역에 있는 유사한 Feature 들을 모아서 새로운 다각형 Feature 를 만드는 공간 집단화 연산자, 2차원인 면으로 표현된 강, 호수, 작은 섬, 그리고 건물 등이 점이나 선들의 1차원적 요소로 축소되어지는 축소 연산자, 그리고 비슷한 지리적인 속성들을 공유하는 Feature 들을 합하여 새로운 고차원의 클래스로 나타내는 분류 연산기 등이 있다. 이와 같은 지도 일반화 연산자는 모델을 변화 시키는데, 선택 및 제거 연산자에 의해 클래스가 삭제되고, 공간 집단화 연산자에 의해 새로운 클래스가 생성 되기도 한다. 일반화 연산자는 위상 정보에도 많은 영향을 미치게 되는데, 축소 연산자의 경우에 클래스들이 축소되어도 위상 정보가 유지되어야 한다. 또, 도로 클래스와 인접하며 다각형에서 삼각형을 받음 아파트기 축소연산자의 적용을 받게 되면 길 클래스로부터 상속 받는 모델링 상의 변화의 도로와 인접하다는 위상정보도 유지되어야 하는 모델의 변화와 위상 정보의 일관성 유지를 함께 고려해야 하는 경우도 생기게 된다. 그리고,

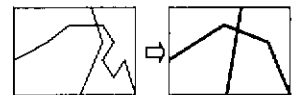
앞의 과정을 거쳐 생성된 데이터 모델에 따라 대축척 데이터베이스로부터 SQL이나 기타 질의 언어를 통해서 소축척 데이터베이스로의 전환 과정이 수행되어야 한다. 이와 같이 다중축척 데이터베이스 구축과정은 매우 다양한 처리과정을 요구하기 때문에 이 과정들을 자동화해 줄 수 있는 도구를 필요로 한다. 이 CASE 도구는 지도 일반화에 의해 발생하는 데이터 모델의 변화에 대한 규칙에 따라 새로운 소축척 데이터베이스의 데이터 모델을 설계하는 작업을 지원하기 위해 모델링을 할 수 있는 모델링 도구가 필요하고, 이 데이터 모델에 따라 대축척의 데이터베이스를 소축척의 데이터베이스로 전환하는 기능을 지원하는 도구가 필요하다. 따라서, 다중축척 데이터베이스를 구축하기 위해 다양하고 복잡한 처리과정을 자동화해 줄 수 있는 도구를 필요로 한다.

2. 배경

다중축척 공간데이터베이스의 구축 과정은 모델적인 측면에 따라 지도 일반화와 모델의 변형, 그리고 데이터베이스의 전환과정으로 나눌 수 있다. 지도 일반화를 수행하는 지도 표현 지향적인 연산자는 다음과 같다.



[그림 1] 선택 및 제거 연산자



[그림 2] 단순화 연산자

① 선택 및 제거 연산자

공간데이터베이스에서 목적과 축척에 맞는 Feature 클래스 들을 선택하는 연산자로서 [그림 1]에서 여러 클래스 중 산업 시설과 관련된 공장 과 발전소 클래스만 선택되고 관련이 없는 주택 클래스는 제거 연산자가 호출된다. 제거 연산자는 객체단위로도 삭제할 수 있는데 이에 삭제할 객체를 선택하기위한 조건이 필요하다. 예를 들면, 면적이 100

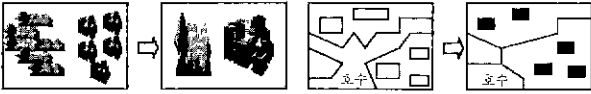
	선택 연산자	제거 연산자	공간 집단체 연산자	분류 연산자
의미론적 모델의 변형	<p>[규칙 1] 클래스 C의 상위 클래스, $0 \leq i \leq n, n$은 상위 클래스의 수, []는 선택되는 클래스</p> <p>[규칙 2] $preselection(C) = \{C\} \cup preselection(C^i)$</p> <p>C는 C의 구성요소 클래스, n은 구성요소 클래스의 수</p> <p>$preselection(C) = \{C\} \cup preselection(C^i)$</p> <p>[규칙 3] I는 I의 구성요소 클래스</p> <p>$preselection(C) = \{C\}$ $elimination(I) = \langle I \rangle$</p>	<p>[규칙 4] < >는 다중집합 클래스, I의 하위 클래스</p> <p>$elimination(I) = \langle I \rangle + \sum_{i=1}^n elimination(I^i)$</p> <p>[규칙 5] I, n은 구성요소 클래스</p> <p>$elimination(I) = \langle I \rangle + \sum_{i=1}^n elimination(I^i)$</p> <p>[규칙 6] I, n은 I의 인접관계 if $elimination(I)$ then $I_i = I_i$</p> <p>[규칙 7] [규칙 6] $s_i = I_i$, 식계수 s</p> <p>[규칙 8] if $elimination(I)$ then $I_i = I_i$ 부분의 비</p> <p>$elimination(I) = \langle I \rangle + \sum_{i=1}^n elimination(I^i)$</p> <p>[규칙 9] I, n은 구성요소 클래스 if $elimination(I)$ then $I_i = I_i$ 부분의 비</p> <p>$elimination(I) = \langle I \rangle + \sum_{i=1}^n elimination(I^i)$</p> <p>[규칙 10] $I_i = I_i$, n은 인접관계, if $elimination(I)$ then $I_i = I_i$ 부분의 비</p> <p>$elimination(I) = \langle I \rangle + \sum_{i=1}^n elimination(I^i)$</p>	<p>[규칙 11] N 새로 생성되는 클래스</p> <p>if $geo-aggregation(C)$ then $N = \sum C$</p> <p>[규칙 12] $C \in D, C \text{ contain } D \in$ 인접관계</p> <p>if $geo-aggregation(C)$ then $N \in D$</p> <p>[규칙 13] $C \in D, D \text{ contain } C \in$ 인접관계</p> <p>if $geo-aggregation(C)$ then $N \in D$ (단, n은 일 수 없음)</p>	<p>[규칙 14] N 새로 생성되는 클래스</p> <p>if $classification(C)$ then $N = \sum C$</p> <p>[규칙 15] $C \in D, C \text{ contain } D \in$ 인접관계</p> <p>if $classification(C)$ then $N \in D$</p> <p>[규칙 16] $C \in D, D \text{ contain } C \in$ 인접관계</p> <p>if $classification(C)$ then $N \in D$ (단, n은 일 수 없음)</p>
위상적 인연형	<p>[규칙 17] 클래스의 단순화 시에는 기본모양을 유지하면서 단순화 시키므로 해당 색채는 삭제되지 않지만, PL과 PG의 구성요소인 CP의 EG가 삭제된다 CP가 삭제될 때는 앞의 경우와 같다 이 CP 삭제된 인접한 EG의 인접한 시차와 같은 CP를 생성해 준다 이 때 삭제되지 않은 IP가 있으면 GC의 포함 관계로 수정한다</p>	<p>[규칙 18] 모든 클래스의 객체 삭제 시에는 위상성요의 인연성을 유지하기 위하여 그 객체의 기하학적 모양이 IP이면 IP를 포함하는 FC의 정보로 수정하고, EG일 객체 시에는 EG와 FG의 시차의 끝 CP가 삭제되는데, 이 객체가 다른 공간 객체와 인연되어 있을 경우에는 삭제하지 않는다 PL과 PG의 경우에도 수정하는 EG나 CP도 함께 삭제하는데, 앞에서 설명한 바와 같이 다른 객체와 인연되어 있을 경우에는 삭제하지 않는다</p>	<p>[규칙 19] 공간 점과 인연자가 수정될 때 IP와 PG이 삭제되고 새로운 PG이 생성되는데 이때 새로운 위상 정보 항목을 생성하고, PG가 수정하는 EG의 CP에 대해서도 같은 방법으로 처리한다 삭제의 경우는 앞의 경우와 같다</p>	<p>[규칙 20] 축소 연산자 수정할 때, 공간 객체의 기하학적 모양이 EG, PL, PG인 객체기 IP로 생성될 때는 IP의 위상 정보 항목을 생성해 준다 이 때 EG로 생성될 경우에는 생성되는 EG와 EG의 시차와 같은 CP의 위상 정보 항목을 생성해 준다</p>
	단순화 연산자			축소 연산자

[표 2] 다중축적 데이터베이스 일반화 규칙

평 미안인 주택을 식계하는 경우이다.

② 단순화 연산자

산이나 경계에서 가장 중요한 형태는 파괴하지 않고 굴곡이나 파동 같은 불필요한 부분을 제거하는 연산자이다

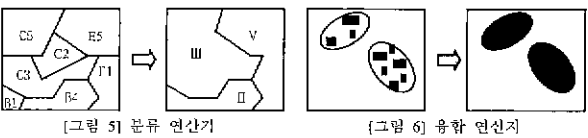


③ 공간 집단체 연산자

동일 지역에 있는 유사한 Feature들을 모아서 새로운 Feature를 만드는 연산자로서 [그림 3]에서 아파트 건물이 모여서 아파트 단지를 형성하고 있는데, 아파트마다 가구수가 있기 때문에 새로 만들어진 아파트 단지의 가구수는 모든 아파트의 가구수를 합하면 얻을 수 있다

④ 축소 연산자

2차원인 민으로 표현된 강, 호수, 작은 섬, 그리고 건물 등이 집이나 선들의 1차원적 요소로 축약되어지는 연산자이다



⑤ 분류 연산자

비슷한 지리적인 속성들을 공유하는 Feature들을 새로운 고차원의 클래스로 합하여 새로운 기호로 나타내어 상징화하는 연산자이다

⑥ 융합 연산자

하나의 커다란 요소로 통합함으로써 하나의 영역으로 일반특성을 유지할 수 있게 하는 연산자이다[3]

- OPERATION preselection ON CLASS <class name> WHERE <condition> [AND/OR <condition> ..]
- OPERATION elimination ON CLASS <class name> TOLERANCE <tolerance>
- OPERATION simplification ON CLASS <class name> TOLERANCE <tolerance>
- OPERATION collapse ON CLASS <class name> NEW TYPE <I/EG/PL/PG>
- OPERATION geo-aggregation ON CLASS <class name> TOLERANCE <tolerance> {SUM <attribute name> [, <attribute name>, ..]}
- OPERATION classification ON CLASS <class name> NEW CLASS <class name> COPY <attribute name> [, <attribute name>, ..]

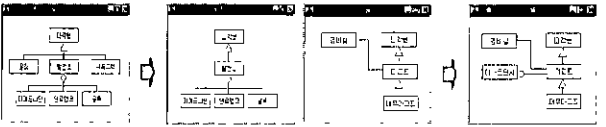
[표 1] 지도 일반화 연산자

[표 1]은 각 지도 표현 지향적 연산자의 명명어 형식을 나타내고 있다 다중 축적 공간데이터베이스를 구축하기 위해서는 지도 일반화가 적용되었을 때 공간데이터베이스가 가지고 있는 데이터 모델과 효율적인

공간분식을 위해 가지고 있는 위상 정보에 어떤 영향을 미치는지 알아 보고, 이를 해결하기 위한 규칙들이 제시되어야 한다 따라서, 다축적의 데이터베이스로부터 소속력의 데이터베이스를 생성하게 해주는 자동화된 도구를 만들기 위해서는 먼저, 지도 일반화 과정이 데이터베이스의 모델과 위상 정보에 어떤 영향을 미치는지 알아보고 그 규칙들을 찾아서 정의해 보도록 하자

3. 데이터 모델의 변형

최근에는 지리 정보 시스템의 발전으로 다양한 공간 정보에 대한 수요가 많아지고, 이를 처리하기 위하여 공간 분석을 수행하게 되는데, 공간 분석과정에서 많은 문제들에 부딪히곤 한다 이때 기하학적 정보만으로 해결할 수 없는 문제는 위상정보를 이용하여 해결할 수 있기 때문에 분석을 효과적으로 수행하기 위하여 위상정보를 구축하게 된다 위상 정보를 가진 지도 데이터베이스를 연산할 때 연산 과정에서 위상적 일관성이 유지 되지 않을 경우, 정확한 공간 정보를 보장하지 못한다 따라서 위상 정보를 가진 데이터 모델이 필요하므로 우리나라 NGIS 연구 계획의 하나인 GeoStore/Shore 저장 시스템을 위한 위상 정보 구축기의 데이터 모델을 사용하고자 한다 이 모델의 각 공간 객체 종류들인 Isolated Point(IP), Connected Point(CP), Edge(EG), Polyline(PL), Polygon(PG), Face(FC)에 일반화 연산자를 적용시키도록 하겠다[9]. 다중축적 데이터베이스 구축을 위한 지도 일반화에 의해 발생하는 데이터 모델상의 변화와 위상적 일관성을 유지하기 위한 규칙을 정의해 보도록 하자 정의된 규칙들은 어떤 연산자들이 유발시켜 주고 어떻게 수행되어야 하는지를 나타내는데, 그 규칙들은 [표 2]와 같다[2][8][9] [표 2]에서 사용된 C는 클래스, Cⁿ는 부모클래스, C^m는 자식클래스, I는 객체, Iⁿ는 객체 I의 부모객체, I^m는 자식객체, Iⁿ는 객체 I의 자식객체를 나타낸다

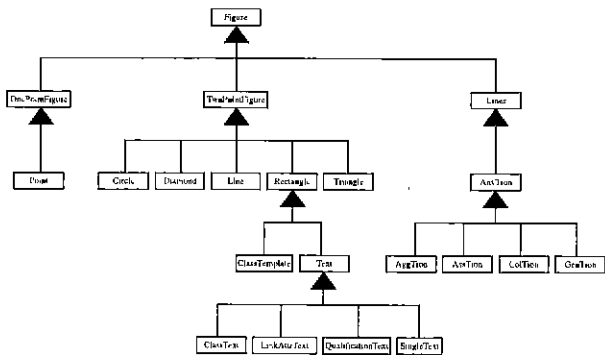


[그림 7] 선택 연산자 (규칙 1,2) [그림 8] 공간 집단체 연산자 (규칙 12)

이 규칙을 적용한 예로 [그림 7]에서 발견소 클래스를 선택하였을 경우 부모 클래스인 다각형과 발견소를 구성하고 있는 클래스들도 함께 규칙 12에 의해 선택되는 것을 보여주고 있고, [그림 8]에서 아파트 클래스에 공간 집단체 연산자를 적용해서 아파트 단지 클래스를 생성했을 때 아파트 클래스와 판타리는 연관관계가 있는 경리실 클래스와 아파트 단지화도 연관관계가 규칙 12에 의해서 생성되는 것을 보여주고 있다 이제, 정의되어진 지도 일반화에 의해 발생하는 데이터 모델의 변화와 위상적 일관성을 유지하기 위한 규칙 즉, [표 2]에 따라 새로운 소속력의 데이터베이스의 데이터 모델을 설계하는 작업을 진행하며, 이 데이터 모델에 따라 대축적의 데이터베이스를 소속력의 데이터베이스로 전환하는 기능을 지원하는 CASE 도구에 대해 알아보자.

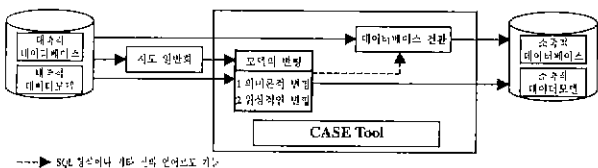
4. CASE 도구

이 CASE 도구는 객체지향 표준화 기구인 OMG 에서 표준으로 제정되었고, 산업계의 표준 객체지향 분석 및 설계기법으로 널리 활용되고 있는 UML (Unified Modeling Language)을 사용한다. 이 도구의 객체 모델은 OMT[7]를 지원하는 CASE 도구인 OODesigner 를 사용하였고, 모델은 [그림 9]과 같다[8]



[그림 9] 모델링도구의 OMT 객체모델

CASE 도구의 객체모델에서 각 클래스들은 점, 선, 원, 다이아몬드, 사각형, 삼각형, 클래스를, 글자, 상속, 집단, 연관, 사용 등을 나타낸다. 삼각형은 일반, 다이아몬드는 집단에 사용된다. 클래스 다이어그램에서 클래스들 간에 상속, 집단, 연관 등을 나타내기 위해 선분들이 그려지는데, 다른 클래스와의 관계를 나타내기 위해 분기가 일어나기도 하는데 이런 기능을 지원하는 클래스가 Lines 클래스이다. Lines 클래스를 상속 받은 AnyLine 클래스는 연결되어진 클래스들에 관한 정보를 가지고 있다. 위 두 개의 클래스를 상속 받고 각 기능에 필요한 삼각형, 다이아몬드 등의 클래스를 가지면 상속, 집단, 연관, 사용 클래스가 된다[8]



[그림 10] CASE 도구의 기능

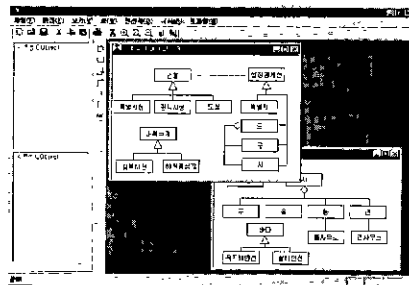
다중축척 공간데이터베이스를 구축하기위해 지도 일반화가 적용되었을 때 데이터 모델과 위상 정보에 미치는 영향을 해결하기 위한 규칙들이 앞장에서 제시되었다. 이 규칙들에 따라 새로운 축척 데이터베이스의 데이터 모델을 설계하는 작업을 지원하는 CASE 도구는 [그림 12]와 같은데 그림에서 새로운 도구나 는 각각 클래스들, 상속, 집합, 결함속성 등을 나타낸다. 창에서 마우스 오른쪽 버튼을 누르면 각 객체에 해당하는 팝업메뉴가 나타나는데 이 메뉴를 선택해서 모델을 그릴 수 있다. 그리고 축척 모델의 창을 생성해서 축척 모델에서 클래스를 선택해서 축척 모델의 창으로 끌면 OLE Drag/Drop 기능을 이용하는데 정의된 규칙들을 적용해서 새로운 축척의 데이터 모델을 생성할 수 있다. 이 데이터 모델에 따라 축척의 데이터베이스를 SQL 이나 기타 질의 언어를 통해서 축척의 데이터베이스로 전환하는데 [그림 11]와 같은 과정이 수행된다

```
• OPERATION classification ON CLASS 동경계 NEW CLASS 구경계 COPY 인구
```

```
• insert into 구경계 (인구) select sum(인구) from 동경계
```

[그림 11] SQL 형식을 이용한 데이터베이스의 전환과정

이때 일반화 연산자들이 수행되기 위해서는 데이터베이스수준, 객체 컨테이너 수준, 객체 수준에 따라 각각 정의되어 하위수준으로 적용되어져야 한다. 시스템에서는 객체들을 직접 다루지 않고, 컨테이너들을 통하여 객체들을 다룬다. 이 컨테이너들은 메시지가 하위 객체들로 전달되도록 하는 메시지 전송 역할 같은 역할을 한다. 그리고 객체 수준에서는 객체들의 속성값을 복사하거나 합하는 기능 등의 함수들이 정의되어 있고, 모두 동적 바인딩이 지원되도록 하기위해 가상함수로 정의되어 있어서 과선행 객체 함수에서 다시 정의되어야 한다. 이와 같이 세가지 단계로 정의함으로써 복잡한 일반화 문제들이 각 특성에 따라 각 레벨에서 나누어져서 해결되도록 할 수 있고, 일반화 연산자들이 간단하고, 명백하고, 구조적으로 구현되도록 할 수 있다. 이 시스템에서 정의되었던 상속과 동적 바인딩 메커니즘들은 앞으로 정의된 객체 클래스를 정확히 모르고서도 일반화 연산자들을 정의할 수 있게 하고, 다른 작업들을 수행하는 같은 연산에 대해서 같은 연산 이름을 사용할 수 있다[2]



[그림 12] CASE 도구의 전체화면

5. 결론 및 향후연구과제

본 논문에서는 다중축척 공간데이터베이스를 구축하기위해 지도 일반화가 적용되었을 때 공간데이터베이스가 가지고 있는 데이터 모델과 위상 정보에 어떤 영향을 미치는지 알아 보았고, 이를 해결하기 위한 규칙들을 제시했다. 새로운 축척 데이터베이스의 데이터 모델을 설계하는 작업을 지원하기위해 모델링을 할 수 있는 모델링 도구를 구현하였고, 이 데이터 모델에 따라 축척의 데이터베이스를 축척의 데이터베이스로 전환하는 기능을 지원하는 도구를 구현 중에 있다. 앞으로 다중 축척 데이터베이스를 확장한 다중 데이터베이스를 위한 CASE 도구와 데이터 모델의 통합에 따른 모델 상의 변화를 해결할 수 있는 도구에 대한 연구를 계속해 나갈 것이다.

참고 문헌

- [1] J C Muller, R Weibel, J P Lagrange and F Salge Generalization, state of the art and issues *GIS AND GENERALIZATION Methodology and Practice*, Taylor & Francis pp 3-17, 1995
- [2] W Peng and K Tempfli An Object-Oriented Design For Automated Database Generalization In *Advances in GIS Research II SDH'96*, Taylor & Francis pp 199-213
- [3] T Devoegle, I Trevisan and L Raynal Building a multi-scale database with scale-transition relationships In *Advances in GIS II Proceedings of 7th International Symposium on Spatial Data Handling*, Taylor & Francis pp 337-351, 1996
- [4] T Devoegle, C Parent and S Spaccapetra On Spatial database integration *International Journal of Geographical Information Science this issue*, 1998
- [5] R Laurin Spatial multidatabase topological continuity and indexing a step towards seamless GIS data interoperability *International Journal of Geographical Information Science this issue*, 1998
- [6] J Rumbaugh, M Blaha, W Premerlani, F Eddy, and Lorenzen *Object-Oriented Modeling and Design* Prentice Hall, Inc, 1991
- [7] T Kim and G Shin Restructuring OODesigner, a CASE Tool for OMT In *Proceedings of the 20th International Conference on Software Engineering, ICSE'98*, pp 449-451, Kyoto, Japan April 1998
- [8] 정규상, 박상미 이기준, 최병남 다중 축척 수치 지도를 위한 공간 데이터 모델링에 관한 연구 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 1997
- [9] 최신영, 이성희, 이기준 지도 일반화를 위한 위상적 일반성 유지 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 1998