

능동규칙에서 시공간 사건의 검출과정*

*이지영, 신예호, 오광진, 윤성현, 류근호
충북대학교 컴퓨터학과

An Detection Process of Spatiotemporal Event in Active Rule*

Jiyoung Lee, Ye ho Shin, Kwang Jin Oh, Sung-Hyun Yoon and Keun Ho Ryu
Department of Computer Science
Chungbuk National University
jiylee@dbl.lab.chungbuk.ac.kr

요 약

기존의 능동 데이터베이스 시스템에 관한 연구는 관계형 및 객체지향형 데이터베이스 시스템을 위주로 연구되어 왔다. 그런데 능동규칙이 다차원 공간상의 공간 객체 및 공간 객체의 시간 흐름에 따른 이력을 포함하는 시공간 데이터를 다루기 위해서는 능동규칙의 시공간 확장이 필요하다. 이에 이 논문은 시공간 능동규칙 연구의 일환으로서 시공간 사건을 정의하기 위한 사건 부분을 시공간에 대응하도록 확장하고 이의 검출 모델에 관해 연구한다.

1. 서론

능동데이터베이스는 일반 데이터베이스와 능동 규칙을 결합한 형태로서, 데이터베이스 스스로 상태 변화에 대응한 조치를 취할 수 있는 시스템이다. 여기에서 능동규칙은 능동데이터베이스에서 능동성을 담당하는 요소이며, 이는 사건(event), 조건(condition), 조치(action)로 구성되어 있다. 능동규칙은 사건이 생략된 C-A 형태도 가능하나 사건을 명세함으로써 서로 다른 사건에 대해 서로 다른 조치를 취할 수 있는 장점이 있다[1].

기존의 능동 규칙에 관한 연구는 관계형 혹은 객체지향형 데이터베이스에서 취급해온 속성 정보와 능동규칙에 대한 시간확장만을 다루었다. 그러나 AVL 및 지능적 교통시스템, 능동규칙을 이용한 동적 최단 경로 산출, 물류 시스템에의 적용, 발전소 관리 시스템 등과 같은 시설물 관리, 재난 및 방재 시스템, 시공간 능동규칙을 이용한 환경 정보 시스템 등에서 유용하게 적용될 수 있는 시간과 공간을 통합한 시스템의 연구사례는 존재하지 않는다. 능동규칙을 공간 영역으로 확장한 연구가 부재했던 이유는 공간데이터베이스의 갱신주기가 길고, 공간데이터에 대한 규칙 처리비용이 높아서 성능상의 문제점이 발생할 수 있기 때문이다.

그러나 능동규칙을 시공간 영역으로 확장했을 때 얻을 수 있는 효과로는 능동규칙을 이용하여 시공간 데이터의 분석이 가능하며, 규칙을 이용한 공간 제약 및 시공간 제약

사항을 기술할 수 있고 시공간 데이터의 신뢰성을 보장할 수 있다. 이러한 일반화된 제약조건(generalized constraint)의 예로는, '환경과 관련하여 취수장 주변 몇 km 내에는 오염시설을 허가할 수 없다' 혹은 '도시계획에서 공원지역내부에는 건물을 허가할 수 없다' 등이 있을 수 있는데, 이러한 제약조건들은 공간영역으로 확장된 능동규칙을 통해 효과적으로 제공할 수 있다.

따라서 이 연구에서는 시공간 능동규칙의 일환으로 시공간사건을 정의하기 위한 능동규칙 언어에서 사건 부분을 시공간에 대응하도록 확장하고 이의 검출 모델 및 구현에 관해 연구한다.

2. 관련연구

서로 개별적인 분야로 연구되었던 시간 데이터베이스(temporal database)와 공간 데이터베이스(spatial database)는 80년대 중반 이후부터 통합된 시공간 데이터베이스로 연구되고 있다. 지금까지 제시된 시공간 데이터 모델로는 시간의 흐름에 따른 현실세계의 상태가 각각의 상태를 나타내는 개별적인 레이어에 표현되는 스냅샷 모델, 다수의 스냅샷 레이어를 하나의 시공간 복합 레이어에 중복표차하는 시공간 복합데이터 모델, 공간객체 변화의 사건을 구별하기 위해 명시적으로 사건을 표현하는 사건기반 데이터 모델, 그리고 객체 지향 패러다임을 기본으로 동일한 객체의 모든 이력변전을 단일개체 내에 포함하게 하는 객체지향 모델이 제시되었다.

한편 능동규칙에 대한 연구는 초기에는 간단한 수준의

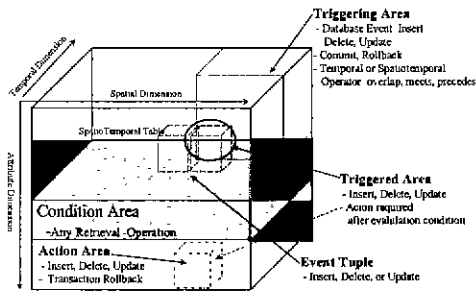
*이 논문은 한국통신의 '98-99년도 정보통신 기초연구 과제에 의해 수행되었음

예약사항이나 ALERT등을 이용할 수준이었으나 HiPAC[2] 이후 사건, 조건, 조치를 이용하여 데이터베이스 상태변경에 스스로 대응할 수 있는 범용의 능동데이터베이스 연구가 본격적으로 시작되었다. 능동데이터베이스에 대한 연구는 객체지향 모델에서는 HiPAC, ODE, Samos등이 연구되었고 관계형 모델에서는 Ariel[3], Starburst, Postgres등이 있다. 이 능동규칙은 현재 SQL3에 통합됨으로써 데이터베이스의 표준적 기능으로 확립되었다. 이 능동규칙에 대한 시간차원 확장 연구 사례로 [4, 5]등을 들 수 있으나 이는 능동규칙에 대한 시간차원 확장만을 다루고 있으며 시간과 공간을 통합 지원하지는 못하였다 따라서 이 논문에서는 시간과 공간을 통합한 시공간 능동규칙 시스템 연구의 일부로 시공간 사건 검출을 담당하는 시공간 사건검출기를 연구한다.

3. 시공간 능동규칙에서의 사건모델

3.1 시공간 사건 모델

능동규칙은 사건, 조건, 조치로 이루어져 있는데 이를 시공간으로 확장한 시공간 능동규칙에서의 사건은 다음 [그림 1]과 같다. 규칙이 정의되면 규칙 시스템은 시간, 공간 및 속성을 포함하는 사건 발생 영역으로서 트리거링 영역을 설정한다. 만일 이 영역이 질의에서 설정된 영역과 매치된다면 사건이 발생되어 규칙처리 절차가 기동되게 된다[6].



[그림 1] 능동적 시공간차원 규칙의 개념

[그림 1]에서 트리거링 영역은 규칙의 사건절에서 정의한 사건발생 영역이고 트리거드 영역은 질의에 의해 형성된 시공간 영역이 트리거링 영역과 매치되어 실제 사건이 발생한 영역이며, 이 사건을 발생시킨 튜플들은 사건 튜플이 된다

3.2 규칙언어와 시공간 사건의 시공간 확장

능동규칙을 시공간 영역으로 확장하려면 규칙을 정의, 검색, 수정, 삭제할 수 있는 규칙언어에 대한 확장이 필요하다. 특히 사건의 경우 사건 발생 영역인 트리거링 영역을 기술 할 수 있도록 확장하는 문제가 있다. 일반적으로 규칙언어에서의 사건에 대한 구문은 다음과 같이 표현된다.

<event> ::= <update op> ON <correlation name>

<update op> ::= INSERT | DELETE | UPDATE

이 구문은 시간과 공간을 고려하지 않은 구문이다. 시간과

공간은 ON 다음에 오는 TABLE에 대해 정의되는 특성을 갖고 있다. 따라서 시간과 공간을 확장하기 위해서는 ON 앞에 표현하여야 하며 이를 위해 키워드 FOR를 도입한다 이렇게 확장한 시공간 사건은 다음과 같다.

<spatiotemporal event> ::=

<update op> [FOR <temporal area> | <spatial area> | <spatiotemporal area>] ON <correlation name>

이 때 시간 영역에 대한 표현은 SQL3의 시간질의어 부분인 SQL/Temporal의 구문을 따르면 되지만 공간 영역에 대한 표현은 공간 데이터의 특성상 복잡한 표현을 필요로 한다. 예를 들어 공간 영역으로 칭주시청을 중심으로 반경 500M 인 원을 표현하고자 할 때 표현할 수 있는 방법은 CIRCLE 이라는 공간 연산자를 통하여 표현할 수 있지만 문제는 칭주시청의 좌표값을 사용자가 기술하는 것이 매우 어렵다는 점이다. 이를 해결하기 위해 이 논문에서는 공간 영역을 지정하기 위해 공간질의를 직접 포함하도록 하는 방법을 적용하며 아울러 시공간 영역은 시간 영역과 공간 영역을 AND/OR/NOT 연산자를 이용하여 조인하는 형태로 정의한다. 이렇게 확장된 구문을 기술하면 다음과 같다

<temporal area> ::= <temporal expression in SQL/Temporal

<spatial area> ::= <spatial query>

<spatiotemporal area> ::= <temporal area> <join op> <spatial area>

<join op> ::= AND | OR | NOT

[그림 2]는 이렇게 시공간 확장된 구문을 이용한 규칙 예로서, 개신동이 주거지역이고, 최근 5년 동안 건물과 관련된 정보가 수집된다면 어떤 조치를 취해야 하는 규칙이다.

```
CREATE TRIGGER REDEVELOP_TOWN
BEFORE UPDATE FOR VALID_PERIOD('NOW-5년, NOW')
AND BUILDINGAREA CONTAINED(SELECT BOUNDARY
FROM TOWN WHERE TOWN.BOUNDARY = '개신동')
ON BUILDING
REFERENCING OLD AS OLD
DO {,};
```

[그림 2] 시공간 능동규칙의 예

[그림 3]은 [그림 2]의 규칙을 트리거 시키는 사용자 질의로서, 주소가 개신동 45번지인 건물을 6층으로 모두 수정 하라는 질의이다.

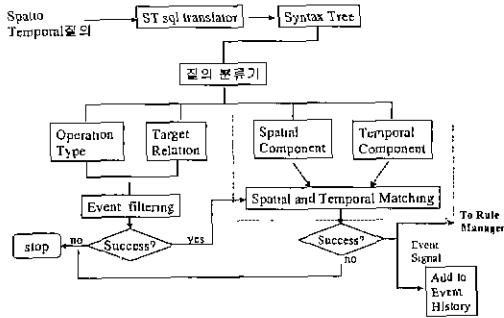
```
UPDATE BUILDING
SET STORY =6
WHERE ADDRESS = '개신동 45'
```

[그림 3] 규칙을 트리거시키는 질의의 예

4. 시공간 사건 검출기

능동규칙을 시공간 영역으로 확장시키려면 기존의 사건을 검출하는 과정에 시간과 공간영역을 검출해야 하는 별도의 과정을 추가해야 한다 이 과정은 [그림4]와 같이 질의를 분류한 후에 ①연산의 종류와 대상 릴레이션에 대한 매치 연산으로 사건 필터링을 거쳐 사건 후보집합 생성, ②생성된 사건 후보집합을 대상으로 시간과 공간 영역을 매칭시켜

시공간 사건을 검출하게 된다



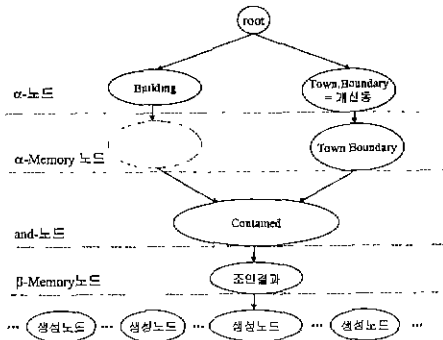
[그림 4] 능동규칙시스템에서 사건검출기 모델

이때 질의어로 표현된 공간 영역에 대한 매치과정은 삽입, 삭제, 수정 연산이 발생할 때마다 매번 데이터베이스에 질의를 수행해야 하므로 매우 많은 연산비용을 필요로 한다. 이러한 문제는 규칙의 조건 평가를 효율적으로 수행하기 위해 제안된 인식망 기법을 도입함으로써 해결할 수 있다 다음절에서 인식망을 이용한 시공간 매치연산의 과정을 설명한다.

4.1 인식망을 이용한 시공간 사건의 검출과정

인식망은 트리형태의 구조속에 규칙에서 정의한 질의구문 및 저장 영역을 갖으며 저장영역은 이전 시점까지의 질의 수행 결과를 누적한다 만일 새로운 갱신연산이 제기되었을 경우 이 연산에서 제기한 상태값들은 인식망 패스를 통해 이전의 결과에 합산됨으로써 갱신때마다 매번 질의를 재수행 해야하는 문제를 해결한다[6]

능동규칙이 정의되면 능동규칙의 사건질에서 정의한 공간 영역에 대한 질의는 [그림 5]와 같은 형태의 인식망을 형성하게 되고 망의 최 말단인 생성노드에 대한 식별자와 생성노드의 주소를 반환한다. 사건 검출기는 반환된 정보를 이용하여 사건 테이블의 한 항목을 구성한다.

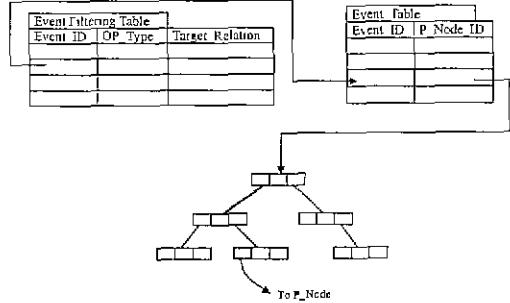


[그림 5] 인식망을 이용한 시공간 사건 검출

다음으로 P_Node_ID를 이용한 색인을 구성한다. 색인을 구성하는 이유는 인식망이 사건 검출뿐만 아니라 조건평가에서도 이용하게 되므로 인식망이 사건 검출기 내부에 유지되는 데이터가 아니라 조건평가기와 사건 검출기에 전역적

으로 유지되는 구조이기 때문이다

이후 질의가 제기되면 [그림4]의 과정에 따라 먼저 연산의 종류와 대상 릴레이션을 이용한 질의 필터링을 통해 후보 집합을 생성하게 되고 이 후보집합의 Event_ID를 이용하여 사건 테이블에서 P_Node_ID를 식별한다. 식별된 P_Node_ID는 색인을 통하여 인식망에 접근하는 키가 된다. 이상의 과정을 [그림6]에 기술하였다



[그림 6] 공간영역 매치과정

[그림6]에서 Event_Filtering_Table은 [그림4]의 사건 필터링을 위해 이용되며 Event_Table과 색인은 인식망을 이용한 시공간 영역 검출을 위해 이용된다. [그림 4]의 검정으로 묶인 시공간 매치과정은 [그림5]의 인식망과 [그림6]의 색인으로 매치되어 처리된다.

5. 결론 및 향후 연구방향

이 논문은 시공간 데이터베이스를 위한 능동규칙 적용연구의 일환으로 공간 영역 검출에 있어 성능향상이 기대되는 시공간 사건검출에 대해 연구하였다. 시공간 사건은 대용량의 시공간 데이터를 대상으로 검출하여야 하므로 검출비용이 매우 높아서 이는 시스템 성능에 상당한 오버헤드로 작용한다 그러나 이 논문에서 제안된 인식망을 이용한 시공간 사건의 검출은 시공간 영역검출을 위해 데이터베이스에 대한 재평가없이 효율적으로 검출할 수 있는 방법이며, 따라서 공간 또는 시공간 데이터베이스에서의 규칙처리비용을 감소시킬 것이라 기대된다.

그러나 아직 시공간 능동규칙에 대한 연구사례가 없고 또한 제안하는 사건검출 방법 중 인식망을 공간데이터에 적용한 사례가 없으므로 이의 구현 및 성능평가가 향후 주요한 연구주제가 될 것이다.

참고문헌

- [1] J. Widom, S. Ceri, "Introduction to Active Database Systems", Chapter 1, Active Database Systems, Triggers and Rules for Advanced Database processing, Morgan Kaufman Pub, 1996
- [2] D. Dayal, B. Blaustein, A. Buchmann, and S. Chakravarthy, "The HIPAC project-Combining active database and using constraints", ACM SIGMOD Record, Vol 17, No 1, March 1988
- [3] E. Hanson, J. Widom, "An Overview of Production Rules in Database Systems", University of Florida cis-tr-92-031, 7 October 1992
- [4] 남광우, "능동 시간지연 데이터베이스를 위한 시간지연 규칙 관리 시스템", 이학 석사학위 청구논문, 충북대학교 대학원, 1997
- [5] 신예호, "능동식 시간지연 데이터베이스 시스템을 위한 조건평가기의 시간 최적화", 이학 석사학위 청구논문, 충북대학교 대학원, 1998
- [6] 박경석, 신예호, 남광우, 규근호, "시간지연 능동규칙의 집진적 조건 평가", 한국정보과학회 논문지 26권 4호, 1999년 4월