

시간적 제약을 갖는 공간 질의 처리를 위한 실시간 연산 후배치 기법

(Real-time Operation Post-Placing Technique for Time
Constrained Spatial Query Processing)

임정옥[†] 조숙경^{††} 배해영^{†††}

(JungOuk Lim) (SookKyoung Cho) (HaeYoung Bae)

요약 실시간 GIS 응용 시스템에서는 기존의 GIS 응용 시스템에서 고려되지 않은 실시간 공간 데이터와 실시간 공간 질의에 대한 처리가 필요하다. 실시간 공간 질의는 공간 연산이 전체 실행 시간에서 차지하는 시간비중이 크기 때문에 실시간 공간 데이터의 유효성을 유지하면서 실시간 공간 질의의 시간제약조건을 만족시킬 수 있는 질의 처리 기법이 요구된다. 본 논문에서는 실시간 공간 데이터와 실시간 공간 질의의 시간제약조건을 최대한 만족시키기 위해 실시간 연산을 후배치시키는 실시간 연산 후배치 기법을 제안한다. 제안된 기법은 연산의 채배치를 통해서 전체 질의 수행시간을 증가시키지 않으면서 실시간 공간 질의의 시간제약조건을 최대한 만족시킨다.

Abstract In the real-time GIS application system, it needs to be considered a processing about real-time spatial data and real-time spatial query they are not considered in a conventional GIS application systems. Real-time spatial queries are hard to be processed successfully, because spatial operation takes major time in total processing and its real-time spatial data are easy to miss their validity. Therefore, it is required a query processing technique that makes queries meet time constraints of real-time spatial query with keeping validity of real-time spatial data. In this paper, real-time operation post-placing technique is proposed in order to meet time constraints of real-time data and queries in real-time spatial query processing. This proposed technique shows improvement of success rate about real-time spatial query due to keeping validity of real-time data by performance evaluation.

1. 서 론

지리 정보 시스템(Geographic Information System)은 공간 데이터와 비공간 데이터의 저장, 검색, 조작 및 분석 등을 처리하는 시스템이다[1,2].

최근 들어 지리 정보 시스템의 응용 분야가 ITS(Intelligent Transportation Systems), 물류시스템, 진급차량관리시스템, 우편경로최적화 시스템 등과 같이 실시간

• 본 연구는 정보통신부의 대학 S/W 연구센터 지원사업의 연구 결과임.

[†] 정회원 : 삼성전자 네트워크사업부 웹폰개발팀 연구원

geye@netian.com

^{††} 정회원 : 인하대학교 전자계산공학과

skycce@netsgo.com

^{†††} 종신회원 : 인하대학교 전자계산공학과 교수

hybae@dragon.inha.ac.kr

논문접수 : 1999년 12월 13일

심사완료 : 2000년 10월 26일

모니터링 기능 등을 필요로 하는 응용분야로 확산되어 가고 있다. 이러한 응용 시스템에서는 계속해서 변화하는 동적인 공간 데이터[3]가 발생하고 사용자는 그 데이터를 이용한 처리 결과를 실시간 적으로 요구한다 [4,5]. 이를 위해 시스템에서는 일정 간격으로 동적 공간 데이터를 수집, 분석, 관리하고 사용자가 원하는 정보를 실시간 적으로 산출해 낸다. 발생하는 데이터가 일정 시간 간격으로 갱신되고, 사용자가 요구하는 질의가 실시간 적으로 처리되어져야 하는 실시간 기능을 요구하는 GIS 응용 시스템을 실시간 GIS 응용 시스템이라고 한다.

실시간 GIS 응용 시스템은 기존의 GIS 응용 시스템과는 달리 시간제약조건을 갖는 실시간 공간 데이터의 관리와 사용자가 요구하는 질의를 정해진 시간적 조건 내에 실시간 적으로 처리해야 하는 실시간 공간 질의 처리를 지원해야 한다. 그러나 기존의 GIS에 대한 연구

는 공간데이터의 저장 및 연산의 효율적 처리 [6]에 집중되어 있고, 정적인 데이터에 대한 관리를 위주로 하고 있기 때문에 시간적인 제약조건을 갖는 실시간 공간 데이터에 대한 고려가 되어 있지 않을 뿐 아니라 시스템 내에서의 공간 질의 처리 시 시간제약조건을 갖는 공간 질의를 지원하지 못한다. 따라서 본 논문에서는 실시간 공간 질의의 수행성공률을 최대화하기 위한 실시간 연산 후배치 기법을 제안한다.

제안된 기법은 실시간 공간 질의 처리 시 실시간 공간 데이터와 실시간 공간 질의의 시간제약조건을 최대한 만족시키기 위해 실시간 공간 질의를 분석하여 가능한 질의 수행 시간에 영향을 적게 미치는 한도에서 실시간 공간 연산을 최대한 후배치시키는 기법으로 실시간 데이터의 유효성 유지율을 증대 시켜 실시간 공간 질의의 성공률을 향상시킨다.

본 논문의 구성은 2장에서 실시간 공간 질의에 대해서 알아보고, 3장에서 실시간 공간 질의 처리를 위한 실시간 연산 후배치 기법에 대해 설명한다. 4장에서는 제안된 실시간 연산 후배치 기법을 이용한 공간 질의 처리기에 대해서 설명하고, 5장에서는 본 논문에서 제안하는 질의 처리 기법의 성능 평가를 보이고, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 공간 질의

주어진 질의 영역에 대하여 특정 공간 관계를 가지는 객체들을 검색하는 공간 질의어로는 GEOQL, PSQL, KGIS, TIGRIS, Spatial GIS 등이 있다[9,10].

공간 질의는 고비용의 공간 연산자를 포함하고 있기 때문에 공간 질의 최적기는 조인 순서 결정 뿐 아니라 고비용 술어의 순서까지 결정해야 하므로 탐색공간이 질의에 참여하는 릴레이션의 개수뿐 아니라 고비용 술어의 개수에 비례하여 커지는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 탐색 공간을 줄이면서 최적의 수행 계획을 산출하기 위한 다양한 전략이 제안되었다[11,16]. 이중 대표적인 것으로 순위(rank)에 기반한 질의 제배치 기법, 태그(tag)를 이용한 수행 계획 표시, 탐색 공간 축소를 위한 가지치기 기법(pruning technique) 등을 들 수 있다.

2.2 실시간 질의

실시간 데이터베이스 시스템은 정확성이 논리적인 결과뿐만 아니라 그 결과가 얻어진 시간에도 의존하는 시스템으로, 일정 주기 내에 생성되어야 유효성을 유지하는 실시간 데이터를 유지 관리하고 있으며 일정 시간

내에 수행되어야 하는 실시간 질의를 처리하고 있다 [7,8]. 최근 실시간 데이터베이스 시스템의 응용 분야가 항공, 이동통신시스템, 교통제어시스템과 같은 사회 각 분야로 급격히 확산되고 있다. 이 분야의 연구자들은 기존의 데이터 모델과 트랜잭션 모델이 시간적 제약을 가지는 응용분야에 적합하지 않기 때문에, 공유 데이터를 수집하고, 갱신하고, 검색하는데 있어서의 시간적인 제약 조건들을 만족시킬 수 있는 데이터베이스 시스템에 대한 기본적인 연구가 필요함을 인식하고, 많은 연구들을 진행하고 있다. 실시간 데이터베이스 시스템을 지원하는 언어인 실시간질의어에 대한 연구 역시 여러 방면에서 시도되었으며 그 중 대표적인 것이 DISWG에서 개발한 개념 모델(conceptual model)인 RTSORAC [12]모델로 실시간 객체 지향 데이터베이스의 특성을 모형화 하고 있다. 그러나 실시간 질의어에 공간 질의 개념을 적용한 연구는 그 필요성에 비해 아직 미비한 실정이다.

2.3 실시간 공간 질의

기존의 GIS 응용 프로그램을 위한 공간 데이터베이스 시스템에서는 실시간적인 기능 즉, 일정간격으로 갱신되는 데이터나 종료시한을 갖는 질의에 대한 고려가 전혀 없었기 때문에 실시간 GIS 응용분야에 그대로 적용하기가 힘들다. 기존의 많은 연구가 진행된 실시간 데이터베이스 시스템의 기법들을 방대한 양의 공간 데이터를 관리하는 공간 데이터베이스 시스템에 적용한다면 실시간 GIS 응용 프로그램이 요구하는 실시간 공간 데이터의 관리와 실시간 공간 질의의 처리를 효과적으로 수행할 수 있다.

실시간 공간 데이터베이스 시스템에서 실시간 공간 데이터는 실세계에서 그 값이 계속해서 변하는 공간 데이터로 데이터베이스 내에서 그 유효성을 유지하기 위해 유효시간간격 내에 갱신이 되어야 하는 데이터이다. 유효시간간격 내에 갱신이 이루어지지 않으면 그 데이터는 현실 세계를 정확히 반영하지 못하여 유효성을 상실하게 된다. 실시간 공간 질의는 사용자가 요청하는 경제적인 시간내에 질의 수행이 종료되어야 하는 공간 질의로 실시간 공간 질의가 성공하기 위해서는 먼저 사용자가 요청하는 시간 내에 질의 수행이 완료되어야 하며, 일정 시간 간격으로 변경되는 공간 데이터가 질의 결과를 산출한 시점에서 유효성을 상실하지 않아야 한다. 이는 질의 처리 종료 시점에서 종료시한을 위반하였을 때에는 질의 결과의 가치가 상실되고, 종료시한을 위반하지 않았다 하더라도 질의에 참여했던 공간 데이터의 값이 질의 종료 전에 다른 값으로 갱신되면 질의 결과는 부정확한 값이 되기 때문이다.

3. 실시간 공간 질의 처리를 위한 실시간 연산 후배치 기법

3.1 실시간 연산 후배치 기법

실시간 공간 질의에 포함된 공간 연산은 질의 전체 수행시간에서 큰 비중을 차지하게 된다. 질의 처리과정 중에 공간 연산에 소요되는 시간으로 인해 실시간 공간 데이터가 유효성을 상실하게 되어 실시간 공간 질의 수행이 실패하게 될 수 있다. 이때 실시간 연산을 비실시간 연산의 이후로 배치함으로 실시간 공간 데이터의 유효성 상실율을 줄일 수 있다. 그런데 실시간 공간 질의 내의 공간연산의 위치 변경은 전체 수행 시간에 영향을 줄 수 있고 이로 인한 질의 수행시간, 지연으로 사용자가 요구한 질의의 종료시한을 위반할 수 있다. 그러므로 실시간 공간 질의 처리 시 실시간 공간 데이터와 실시간 공간 질의의 시간제약조건을 모두 만족시키기 위한 질의 처리 기법이 필요하다.

3.1.1 질의 분석

실시간 공간 질의의 재배치 작업을 수행하기 위한 전 단계로 본 논문에서는 질의를 각 연산들로 분해하고 분석하여 피연산자(데이터)의 종류에 따라 표 1과 같이 구분한다. 이때 실시간 연산은 피연산자 중에 실시간 데이터가 포함된 연산을 말한다.

표 1 실시간 공간 데이터베이스 시스템에서의 연산의 종류

분류	연산자	피연산자
실시간 공간 연산	공간	실시간 공간 데이터 포함
비실시간 공간 연산	공간	비실시간 공간 데이터
실시간 비공간 연산	비공간	실시간 비공간 데이터 포함
비실시간 비공간 연산	비공간	실시간 비공간 데이터

3.1.2 질의 재배치

실시간 공간 질의 처리 시 정확한 질의 수행 결과를 얻기 위해서는 실시간 공간 질의의 시간제약조건인 종료시한을 만족함과 동시에 실시간 공간 질의 처리 시 실시간 공간 데이터의 유효성이 유지되어야만 한다.

실시간 공간 질의 처리 시 전체 질의 수행시간 보다 실시간 데이터의 유효기간이 짧을 때 실시간 공간 데이터에 대한 연산이 비실시간 데이터에 대한 연산보다 먼저 수행될 경우 질의 수행 완료 시점에서 실시간 데이터가 유효성을 상실하여 종료시한을 만족하더라도 질의 수행이 실패할 수 있다.

예를 들어 '사건발생 지점인 '한빛은행'이 속한 관할

구역 소속 경찰차량 중에서 사건발생 지역 반경 3km 내에서 순찰중인 차량을 20초 내로 찾아라.'라는 질의가 있다고 하자. 질의는 그림 1과 같이 몇 개의 연산의 조합으로 표현될 수 있다. 이때 실시간 공간 데이터인 '차량위치'는 유효간격이 5초이다.

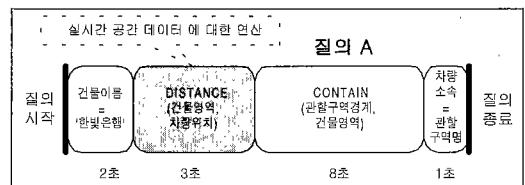


그림 1 실시간 공간 질의내의 연산 구성

그림 1과 같이 각 연산의 수행시간이 2초, 3초, 8초, 1초라고 할 때 전체 수행 시간은 14초로 종료시한을 만족시킬 수 있다. 그러나 질의의 연산 결과가 정확한지에 대해서는 보장할 수 없다. 그 이유는 두번째 연산인 'DISTANCE' 연산에서 사용된 차량위치는 질의 종료 시점에서 유효성을 상실하기 때문이다. 차량 위치 정보는 유효간격 5초마다 데이터가 갱신되어야 한다. 그러므로 주기적으로 차량위치를 갱신하는 연산이 수행이 수행되게 된다. 그런데 세번째 연산의 수행시간이 차량정보의 유효 간격보다 길기 때문에 'DISTANCE'의 수행 도중에 실시간 공간 데이터의 갱신연산이 일어나게 되어 질의 종료 시점에서 두번째 연산의 수행 결과는 유효성을 상실한 데이터에 대한 연산이므로 그 결과는 부정확한 결과가 된다. 즉, 그림 2에서 보는 바와 같이 처음 차량 위치에 대한 연산 수행시점에서는 차량1, 차량2가 결과로 산출되지만 질의 종료 시점에서는 차량의 위치가 변경되어 차량1은 사고지점 반경 3km 범위를 벗어나고 차량3이 이 범위로 진입하여서 실제계의 상황과 질의 결과가 불일치하게 되어 질의 수행은 실패하게 된다.

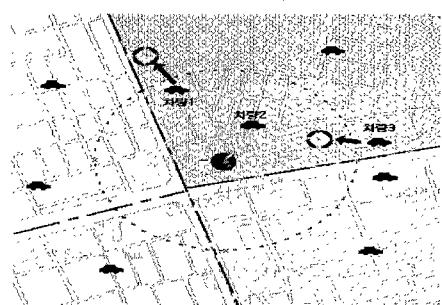


그림 2 예제-순찰차량 통제 시스템

이와 같이 실시간 데이터에 대한 유효성 상실로 인한 질의 실패율을 최소화하기 위해 그림 3과 같이 연산의 순서를 재배치함으로써 실시간 공간 데이터의 유효성을 최대한 유지시킬 수 있다.

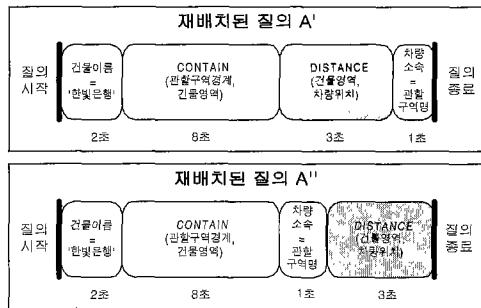


그림 3 질의 내의 연산의 재배치

그런데 실시간 공간 질의 내의 공간 연산은 비공간 연산에 의해 연산 시간 비중이 크기 때문에 비공간 연산과의 순서 변경은 전체 질의 수행 시간에 큰 영향을 미칠 수 있다. 그러므로 연산의 재배치로 인한 전체적인 수행 시간 증가로 질의의 종료시한을 위반하지 않도록 연산의 특성을 고려한 실시간 공간 재배치 기법이 필요하다.

실시간 공간 질의 내의 연산은 표 1에서 보인 것처럼 4가지 종류가 있다. 실시간 데이터의 유효성을 최대화하는 동시에 실시간 공간 질의의 종료시한을 만족시키기 위해서는 4가지 연산의 특성을 고려한 재배치 기법이 필요하다.

표 2는 본 논문에서 제안하는 실시간 연산 재배치 기법의 규칙들이다.

표 2 제안된 실시간 연산 후배치 기법의 규칙들

연산의 조합	재배치 정책
실시간 비공간 연산, 비실시간 비공간 연산	실시간 비공간 연산 후처리
실시간 공간 연산, 비실시간 공간 연산	실시간 공간 연산 후처리
실시간 비공간 연산, 비실시간 공간 연산	두 연산이 동일 테이블에 대한 접근을 갖는 경우 실시간 비공간 연산 선처리
	두 연산이 동일 테이블에 대한 접근을 갖지 않는 경우 실시간 비공간 연산 후처리

아래에서 각 재배치 규칙들에 대해 설명한다.

3.1.2.1 실시간 비공간 연산과 비실시간 비공간 연산의 조합

비공간 데이터에 대한 연산은 공간 연산에 비해 매우 빠른 시간에 수행되므로 비공간 연산의 순서의 변경은 전체 질의 수행 시간에 큰 영향을 미치지 않는다. 따라서 실시간 비공간 연산과 비실시간 비공간 연산의 조합이 존재하는 경우 실시간 비공간 연산을 후배치 시켜 실시간 비공간 데이터의 유효성 유지를 증대 시킨다.

3.1.2.2 실시간 공간 연산과 비실시간 공간 연산의 조합

공간연산은 비공간 연산에 의해 전체 질의 수행시간에서 차지하는 비중이 크므로 공간연산으로 인한 실시간 공간 데이터의 유효성은 질의 내의 실시간 공간 연산의 위치에 많은 영향을 받는다.

실시간 공간 연산이 비실시간 공간 연산 이전에 실행될 경우 비실시간 공간 연산의 수행 중에 실시간 공간 데이터의 유효성이 상실될 가능성이 높아진다. 그러므로 실시간 공간연산과 비실시간 공간 연산의 조합이 존재할 경우 실시간 공간 연산의 순서를 비실시간 공간연산의 이후로 배치시킴으로써 실시간 공간 데이터의 유효성을 증대시킨다.

3.1.2.3 실시간 비공간 연산과 비실시간 공간 연산의 조합

비공간 연산과 공간 연산의 조합이 존재할 때 기준의 순위기반 공간 질의 처리의 경우 고비용의 공간연산을 먼저 처리하는 것이 당연시 되어 있으나 실시간 공간 질의 처리 시에는 비공간 연산이 실시간 연산일 경우 비실시간 공간연산의 시간비중이 크므로 실시간 비공간 데이터에 대한 고려가 필요하다.

그런데 비실시간 공간 연산과 실시간 비공간 연산이 동일 테이블에 대한 접근을 갖는 경우 실시간 데이터에 대한 고려를 위해 비실시간 공간 연산을 선배치 하게 되면 비공간 연산에 의해 소요시간이 많이 걸리는 공간 연산의 작업영역이 커지기 때문에 전체 질의 처리 시간이 길어지게 된다[13]. 이 경우 질의의 종료시한을 위반할 가능성이 높아 져서 실시간 데이터의 유효성 유지로 인한 질의 성공률 향상의 효과를 보기 힘들게 된다.

그러므로 실시간 비공간 연산과 비실시간 공간 연산이 동일 테이블에 대한 접근을 갖는 경우 실시간 비공간 연산을 비실시간 공간 연산의 이전으로 배치하여 실시간 데이터의 유효성과 질의의 종료시한 모두를 고려 한다. 그러나 두 연산이 동일 테이블에 대한 접근을 갖지 않는 경우 연산 순서의 변경은 전체 질의 수행 시간에 영향을 미치지 않으므로 실시간 데이터를 고려하여

실시간 비공간 연산을 비실시간 공간 연산의 이후로 배치한다.

위의 세가지 경우 외의 연산들의 조합은 기존의 공간 질의 최적화를 위한 술어 비용에 따른 순위기반 재배치 방법[13]을 적용하여 재배치한다.

그림 4는 실시간 연산 후배치 기법을 이용하여 실시간 공간 질의를 분석 및 재배치하는 과정을 보이고 있다. 예제로 사용된 질의는 “사건발생 지점인 ‘한빛은행’이 속한 관할 구역 소속 경찰차량 중에서 사건발생 지역 반경 3km 내에서 순찰중인 차량을 90초 내로 찾으라.”이다.

```

SELECT 차량테이블.차량ID
FROM 차량테이블,건물테이블,관할구역테이블
WHERE 건물테이블.건물이름='한빛은행'
AND DISTANCE(건물테이블.건물위치,차량테이블.차량위치) <= 3000
AND CONTAIN(관할구역테이블.관할구역경계,건물테이블.건물위치)
AND 차량테이블.차량소속=관할구역테이블.관할구역명
AND 차량테이블.차량상태='순찰중'

```

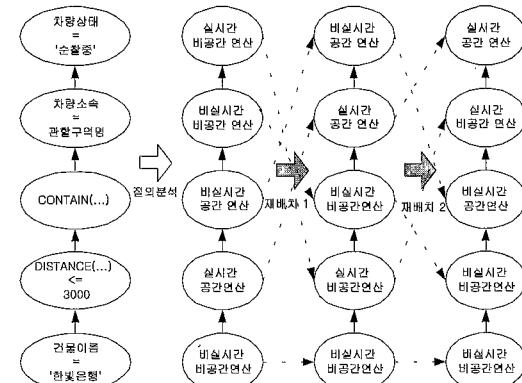


그림 4 실시간 연산 후배치 기법 적용의 예

4. 실시간 연산 후배치 기법을 이용한 실시간 공간 질의 처리기

본 장에서는 제안된 실시간 연산 후배치 기법을 이용한 실시간 공간 질의 처리기를 구현한다.

4.1 실시간 공간 질의 처리기의 구조

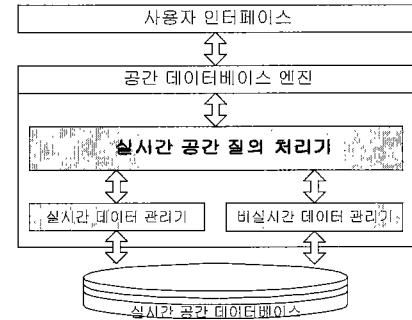


그림 5 실시간 공간 데이터베이스 시스템의 구조

실시간 공간 질의 처리기는 그림 5와 같이 실시간 공간 데이터베이스 시스템의 질의 처리기[14]로 구현되었다. 질의 처리기의 세부 구조는 그림 6과 같다.

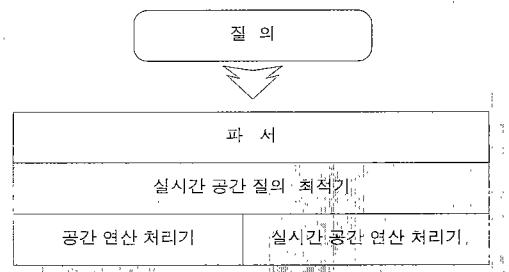


그림 6 실시간 공간 질의 처리기의 구조

4.2 실시간 공간 데이터 관리기

실시간 공간 데이터 관리기에서는 실시간 공간 질의에 사용되는 실시간 공간 데이터를 관리한다.

실시간 공간 데이터 정의어를 이용하여 그림 7과 같이 실시간 데이터를 포함하는 테이블을 생성할 수 있다.

```

CREATE TABLE 차량테이블 (
    차량ID      STRING,
    차량위치    POINT
        WITH TIMESTAMP
        CHECK CONSTRAINT INTERVAL 10,
    이동속도    INTEGER
        WITH TIMESTAMP
        CHECK CONSTRAINT INTERVAL 5,
    차량상태    STRING
        WITH TIMESTAMP
        CHECK CONSTRAINT INTERVAL 5,
    차량모델    STRING,
    소유주     STRING
);

```

그림 7 테이블 생성 질의의 예

4.3 실시간 공간 질의 최적화

이 절에서는 실시간 공간 질의의 처리를 위한 시간 제약조건 기술 방법과 제안된 실시간 연산 후배기 기법을 이용한 질의 최적화 과정에 대해서 설명한다.

4.3.1 실시간 공간 질의 시간제약조건 기술

본 논문에서는 사용자가 요구하는 시간제약조건과 몇몇 선택사항들을 실시간 공간 질의에 반영하기 위하여 다음과 같이 설정 구문을 확장하였다.

■ **SET SQL DEADLINE *time_constraint*** : 실시간 공간 질의의 종료시한을 지정

■ **SET SQL WHEN_DEADLINE_FAIL [ABORT | IGNORE | TRIGGER *triggered_stored_proc*]** : 실시간 공간 질의가 수행 중 종료시한을 어겼을 때의 정책

■ **SET SQL WHEN_RTDATA_FAIL [ABORT | IGNORE | TRIGGER *triggered_stored_proc*]** : 질의의 연산수행 중에 실시간 데이터가 유효성을 상실했을 때의 정책

4.3.2 실시간 연산 후배치 기법을 이용한 질의 최적화 다음은 질의 제어 구문을 이용하여 사용자가 실시간 공간 질의의 실행 구문을 작성한 예이다. 사용된 질의는 “교통 사고 지점인 수원제과 근방 1km 이내에 있는 대기 상태인 응급차량을 60초 이내에 찾아라.”이다.

사용자 프로그램 내의 Execute_Query() 함수는 질의 및 수행 환경을 기술하는 함수로 SET DEADELINE 구문을 통해 종료시한이 60초로 기술되었고 실시간 공간 질의의 수행시 종료시한을 위반하였을 때 질의의 수행을 중단하는 정책을 취하고 있다. 또한 실시간 데이터가 유효성을 상실하게 되었을 때에는 Stored Procedure인 Update_Location_Proc()을 수행하여 실시간 데이터를 갱신함으로써 실시간 데이터의 유효성을 유지시킨 후에 연산을 수행한다.

```
create Update_Location_Proc( Car_ID ) {
    POSITION Location;
    GET_NEW_LOCATION_FROM_I_DEV(CAR_ID,
    &Location );
    UPDATE 차량정보테이블
    SET 차량위치 = :Location
    WHERE 차량ID = :Car_ID;
}
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION
char Car_ID[30];
POSITION Location;
```

```
EXEC SQL END DECLARE SECTION END
```

```
Execute_Query( ) {
    getNewData( &Car_ID, &Location );
    SET SQL DEADLINE 60;
    SET SQL WHEN_DEADLINE_FAIL ABORT;
    SET SQL WHEN_RTDATA_FAIL
        Update_Location_Proc( Car_ID );
    EXEC SQL SELECT 차량ID
    FROM 차량정보테이블, 건물정보테이블
    WHERE 차량용도 = 'EMERGENCY'
        AND 건물이름 = '수원제과'
        AND DISTANCE(차량위치,건물영역) <= 1000
        AND 차량상태 = 'READY';
}
```

실시간 공간 후배치 기법의 알고리즘은 알고리즘 1과 같다.

알고리즘 1 : Real_Time_Operation_Post_Placing_Technique

INPUT : 공간 질의 최적화 기법을 적용한 질의 트리
OUTPUT : 실시간 공간 후배치 기법이 적용된 질의 트리

```
RT_OP_Post_Placing_Technique(first_optimized_tree )
{
    While( there is any stream ) {
        Switch( stream ) {
            Case RT_NonSpatial_VS_NonRealTime_NonSpatial :
                Real-time Non Spatial Operation Post-placing
                Break;
            Case RT_Spatial_VS_NonRealTime_Spatial :
                Real-time Spatial Operation Post-placing
                Break;
            Case RT_NonSpatial_VS_NonRealTime_Spatial :
                If there are any intersected table between two OF
                    Non Real-time Spatial Operation Post-placing
                Else
                    Real-time Non Spatial Operation Post-placing
                    Break;
        }
    }
}
```

알고리즘 1은 기존의 공간 질의 재배치 기법을 적용한 질의 트리를 입력 받아서 제안된 실시간 연산 후배치 기법을 적용한 질의 트리를 출력한다. 입력된 질의 트리를 검색하면서 표 2의 실시간 연산 재배치 규칙을 적용하여 재배치한다.

5. 성능평가

본 장에서는 실시간 공간 질의 처리 시 본 논문에서 제안하는 실시간 연산 후배치 기법을 적용한 경우와 일반적인 공간 질의 최적화 기법에서 적용하는 순위기반 재배치 기법을 적용하였을 경우를 실시간 공간 질의 성공률 측면에서 측면에서 비교 평가한다.

5.1 평가 환경

제안된 기법에 의해 구현된 실시간 공간질의 처리기는 표 3과 같은 시스템 환경에서 운영되었다.

표 3 시스템 환경

Computer	Sun Ultra Sparc
CPU 속도	167 MHz (1 CPU)
Main Memory Size	64 MB
Disk Size	9 GB
OS	Sun OS
Programming Langua	C++

실험에 사용된 예제 데이터베이스의 명세는 표 5-2와 같다.

표 4 예제 데이터베이스의 물리적 정보

	도로	동경계	구경계	차량정보
카디날리티	41,201	558	26	50,000
공간타입	선	영역	영역	점
평균 노드	10	40	80	1
튜플 크기	110	206	354	208

5.2 실험 평가

제안된 실시간 연산 후배치 기법은 실시간 공간 질의의 종료시한을 고려하면서 실시간 데이터의 유효성 유지율을 향상시키기 위한 질의 처리 기법이다. 본 절에서는 기존의 공간 질의 재배치 기법인 술어 비용기반 질의 재배치만을 적용하였을 때와 제안된 재배치 기법을 적용하였을 때의 실시간 공간 질의 성공률에 대해서 비교 평가한다. 실험에 사용되는 질의는 표 5에서 보이는 바와 같이 실시간 공간 데이터베이스 시스템에서 발생할 수 있는 질의 유형을 분류하여 수행한다. 실험 질의는 질의 분석의 기준이 되는 4가지 연산의 조합으로 구성된다.

질의 유형의 1,2,3,4는 기본 질의이고 나머지는 기본 질의의 조합으로 생성된다. 기본적인 질의유형에 대한 예를 들면 다음과 같다.

- 질의 1 : “수원 내의 차량 소유대수가 2대 이상인 가

구 수를 구하다.”

- 질의 2 : “원자력 발전소에서 온도가 3000도 이상인 센서를 찾아라.”
- 질의 3 : “A경찰서 관할 구역에 있는 모든 공장의 위치를 찾아라.”
- 질의 4 : “이동중인 긴급차량 반경 1km 이내에 있는 병원을 찾아라.”

표 5 실험에 사용된 질의 유형

질의 종류	비실시간 비공간	실시간 비공간	비실 시간	실시간	적용된 규칙
1	o				
2		o			
3			o		
4				o	
5	o	o			규칙1
6		o	o		규칙2
7			o	o	규칙3
8	o			o	
9	o		o		
10		o		o	
11	o	o	o		규칙1+2
12	o	o		o	규칙1
13	o		o		규칙3
14		o	o	o	규칙2+3
15	o	o	o	o	규칙1+2+3

조합에 의해 생성되는 질의로 질의 8을 예로 들면 “이동중인 긴급차량의 반경 1km 내에 있으면서 심장수술이 가능한 병원을 찾아라”는 실시간 공간 연산과 비실시간 비공간 연산의 조합으로 구성된다.

표 5의 질의 유형 중에서 질의 1,2,3,4,8,9,10은 표 2의 실시간 연산 후배치 규칙에 적용되지 않는 질의이므로 실험에서 제외된다.

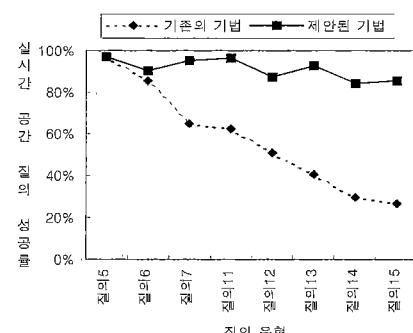


그림 8 실시간 공간 질의 성공률

그림 8은 제안된 실시간 공간 질의 기법을 적용하였을 때 질의 성공률이 향상됨을 보여 준다. 특히 실시간 공간 연산과 비실시간 공간연산이 포함된 질의 13,14,15에서 질의 성공률이 20~40%에서 80% 이상으로 높은 상승율을 보이고 있다.

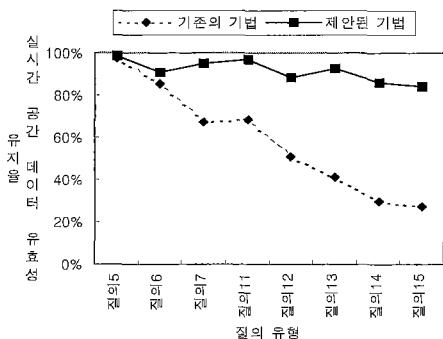


그림 9 실시간 공간 데이터의 유효성 유지율

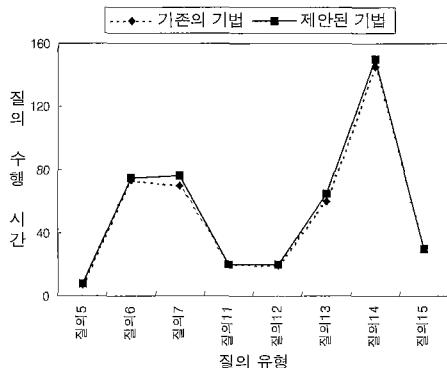


그림 10 실시간 공간 질의 수행시간

그림 10은 제안된 기법을 적용했을 때 전체 질의 수행시간에 큰 영향을 미치지 않음을 보이고 있다. 특히 질의 5,11,12,15의 경우에는 기존의 기법을 적용했을 때 와 거의 차이가 없으며, 질의 7,13과 같이 공간 연산의 위치가 바뀌는 질의의 경우에도 질의 수행시간이 크게 차이가 나지 않음을 알 수 있다.

실험 결과를 통하여, 제안된 실시간 연산 후배치 기법을 이용하여 실시간 공간 질의를 처리하였을 때 전체 질의 처리 시간에 영향을 거의 미치지 않으면서 실시간 공간 데이터의 유효성 유지율을 증대시켜 실시간 공간 질의의 성공률을 2~5배까지 향상시킬 수 있다.

6. 결 론

실시간 GIS 응용 분야가 확산됨에 따라 실시간 공간 데이터베이스 시스템에서 시간제약조건을 갖는 공간 질의 처리가 필요하게 되었다.

실시간 공간 데이터베이스 시스템에서의 실시간 공간 질의 처리 시에는 기존의 공간 데이터베이스 시스템의 질의 처리 시 고려되지 않았던 실시간 공간 데이터와 실시간 공간 연산에 대한 처리가 필요하다. 실시간 공간 질의는 요구된 시간 내에 수행을 마쳐야 하는 시간제약 조건을 가지며, 실시간 공간 데이터는 일정한 시간 간격 내에 갱신이 되어야 유효성을 유지할 수 있다. 실시간 공간 질의 내의 공간연산이 전체 질의 수행 시간에서 차지하는 시간 비중이 크기 때문에 기존의 처리 방법으로는 실시간 공간 데이터의 유효성을 보장하기 어렵게 되어 실시간 공간 질의의 성공률이 저하 된다.

본 논문에서 제안된 실시간 연산 후배치 기법은 실시간 공간 질의 처리 시 실시간 공간 데이터와 실시간 공간 질의의 시간 제약조건을 최대한 만족시키기 위해 실시간 공간 질의를 분석하여 연산의 재배치가 전체 질의 수행 시간에 영향을 미치지 않도록 고려하며 실시간 연산을 최대한 후배치 시키는 기법으로 실시간 데이터의 유효성 유지율을 증대 시켜 실시간 공간 질의의 성공률을 향상 시켰다. 또한, 실시간 공간 데이터베이스 시스템에서의 질의 처리를 위해서 실시간 공간 데이터를 정의하고, 시간 제약 조건 기술 구문을 추가하여 실시간 공간 데이터에 대한 관리를 할 수 있도록 하였다.

제안된 기법은 성능 평가를 통해 실시간 공간 질의 처리 시 실시간 공간 데이터 유효성 유지율이 기존의 기법에 비해 증대되어 실시간 공간 질의 처리 성공률이 향상됨을 보이고 있다.

향후 연구로는 질의 최적화를 위한 잣은 갱신이 일어나는 실시간 데이터에 대한 통계 데이터 유지에 관한 연구가 필요하다. 기존의 공간 데이터베이스 시스템은 주로 정적인 데이터를 위한 통계 데이터를 관리하여 왔으나 실시간 공간 데이터베이스 시스템에서는 수시로 데이터베이스가 변경되기 때문에 실시간 데이터를 위한 통계 데이터 관리 방법에 대한 연구가 필요하다. 그리고 제안된 기법을 SELECTIVITY를 고려한 COST MODEL 기반의 규칙으로 발전시키는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] H. P. Kriegel, T. Brinkhoff and R. Schenider, "The Combination of Spatial Access Methods and

- Computational Geometry in Cartographic Database Systems," Proc. Of 2nd Symposium SSD'91, pp.5-21, 1991
- [2] B. C. Ooi, R. S. Dabis, and K. J. McDonnel, "Extending a DBMS for Geographic Applications," Proc. Of IEEE Data Engineering, pp.590-597, 1989.
- [3] A. Sandell, P. Stromback, "Real-time GIS with continuous, dynamic visualization of data, design-issues," Proc. Of EGIS, 1994.
- [4] D. W. Schindler, "Use of geographic information system global positioning system technology in moose census a habitat evaluation," Symposium on GIS Vol. 2, pp. 787-798, 1994.
- [5] T. Imielinski and B. R. Badrinath, "Mobile wireless computing," Communications of the ACM, vol. 37, no. 10, pp. 18-28, October 1994.
- [6] W. G. Aref, H. Samet, "Optimization Strategies for Spatial Query Processing," Proc. Of the 17th International Conference on Very Large Data Base, pp.81-90, Barcelona, September, 1991.
- [7] Y. Kim, "Predictability and Consistency in Real-time Transaction Processing," Ph.D. thesis, University of Virginia, May. 1995.
- [8] S. Son, "Developing a Database System for Time-Critical Applications," In Database and Expert Systems Applications (Edited by V. Marik, J. Lazansky, R. R. Wagner), pp. 313-324, Springer-Verlag, 1993.
- [9] M. J. Egenhofer and A. Frank, "Spatial SQL: A Query and Presentation Language," IEEE Trans. On Knowledge and Data Eng., Vol. 6, No. 1, pp.86-96, Feb. 1994.
- [10] A. Frank, "Requirements for a Database Management System for a GIS," Photogrammetric Eng. & Remote Sensing, Vol. 54, No. 11, pp. 1557-1564, Nov. 1988
- [11] B. Seeger and H. P. Kriegal, "Techniques for Design and Implementation of Efficient Spatial Access Methods," In Proc. 14th Intl. Conf. on Very Large Databases, pp. 360-371, 1988.
- [12] J. Peckham, V. F. Wolfe, J. Prichard and L. C. DiPippo, "RTSORAC : Design of a Real-Time Object-Oriented Database System," in Proceedings of the International Conference on Database and Expert Systems Applications, 1994, pp. 1-15.
- [13] J. M. Hellerstein and M. Stonebraker, "Predicate migration: Optimization queries with expensive predicates," In Proceedings of the 1993 ACM-SIGMOD Conference on the management of Data, pp. 267-276, Washington D.C, May, 1993.
- [14] A. C. Shaffer, H. Samet, and R. C. Nelson, "QUILT: A Geographic Information System Bases on Quadtrees," International Journal of Geographic Information Systems, Vol. 4, No. 2, pp.103-131, 1990.
- [15] DC Area Sybase User Group, "Introduction to Sybase Architecture Sybase Stored Procedures," <http://www.dgsys.com/~dcasug/sybintro/storproc.html>
- [16] 임정욱, 조숙경, 김경배, 이영걸, 배해영, 공간연산의 복잡도를 이용한 공간제약조건 최적화, 정보과학회, vol 25, No 1, 1998.



임정욱

1988년 인하대학교 전자계산공학과 학사. 2000년 인하대학교 전자계산공학과 석사. 2000년 ~ 현재 삼성전자 네트워크사업부 웹폰개발팀 연구원. 관심분야는 실시간 데이터베이스 시스템, 주기억장치 데이터베이스 시스템, 실시간 Embedded시스템



조숙경

1990년 인하대학교 전자계산학과 학사. 1994년 인하대학교 전자계산공학과 석사. 1997년 ~ 현재 인하대학교 전자계산공학과 박사과정(수료). 관심분야는 실시간 데이터베이스 시스템, 이동 데이터베이스 시스템, 주기억장치 데이터베이스 시스템



배해영

1974년 인하대학교 응용물리학과 공학사. 1978년 연세대학교 전자계산공학과 공학석사. 1989년 숭실대학교 전자계산학과 공학박사. 1985년 Univ. of Houston 객원교수. 1992년 ~ 1994년 인하대학교 전자계산소장. 1982년 ~ 현재 인하대학교 전자계산공학과 교수. 관심분야는 데이터베이스, 멀티미디어시스템, 지리정보시스템, 실시간 시스템