

무선 이동 클라이언트에서 공간 데이터 변경을 위한 타임스탬프 기반 잠금 기법

이주형[○] 김동현[◆] 홍봉희[◆]

부산대학교 지형정보(GIS)학과[○], 컴퓨터공학과[◆]
{zenith2, pusrover, bhhong}@hyowon.pusan.ac.kr

Time-Stamp based Locking scheme for Update Spatial Data of Wireless Mobile Client

Ju-Hyoung Lee[○] Dong-Hyun Kim Bong-Hee Hong
Dept. of GIS, Computer Engineering, Pusan National University

요 약

현재 이동 클라이언트의 발전과 무선 이동 데이터 통신의 발달에 의해 보다 정확한 공간 데이터 수정을 현장에서 수행할 수 있게 되었다. 이러한 환경을 고려하여, 이 논문에서는 무선 이동 클라이언트에서의 공간데이터 변경을 위해서 2-tier 트랜잭션 모델(2)을 이용한다. 이동 트랜잭션은 완료 즉시 서버에 재 접속할 필요가 없기 때문에 이동 트랜잭션의 완료 시점과 재 접속 후 베이스 트랜잭션으로 재 수행하는 시점 사이에 간격이 존재하게 된다. 그리고 공간 데이터 변경 트랜잭션은 교환가능한 트랜잭션이 아니며, 완전히 직렬가능(fully serializable)해야 한다. 이러한 이유로 갱신 손실 문제(lost update problem)가 발생한다. 이 논문에서는 갱신 손실 문제를 해결하기 위하여 영역 잠금의 타임스탬프 값과 영역 잠금의 영역의 검침을 이용하여 갱신 손실 가능한 공간객체 집합을 검출해내는 방법을 제시한다. 검출된 갱신 손실 가능한 공간 객체 집합의 완료 시점을 뒤로 연기(postpone)하는 프로토콜도 함께 제시한다.

1. 서론

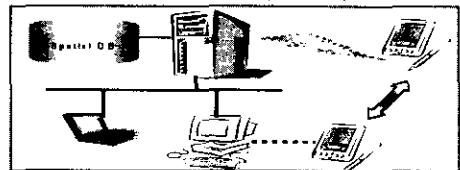
최근 이동 단말기에 무선 데이터 통신이 결합된 새로운 컴퓨팅 환경이 빠르게 보급되고 있다.[1] 그리고 GPS기기를 이용하여 이동 클라이언트의 정확한 위치 데이터를 얻을 수 있게 되었다. 따라서 GPS와 이동 단말기를 이용하여 작업 현장에서 즉시 그리고 정확하게 공간 데이터를 수정 가능하게 되었다.

무선 단말기의 특성상 낮은 대역폭, 빈번한 끊김 현상으로 인하여 이동 단말기에서는 서버와의 단절상태(disconnected state)가 존재하게 된다. 공간 데이터 수정을 위하여 기존의 낙관적 동시성 제어기법(OCC)에 근거한 트랜잭션 모델을 이용할 경우 다음의 문제점이 발생한다. 첫째 단절상태 때문에 서버의 공간 데이터 변경 정보를 전파 받지 못하여 이동 클라이언트의 트랜잭션이 오래된 데이터(stale data)를 이용하여 작업을 수행한다. 둘째 충돌(conflict)발생시 철회(Rollback)를 발생시키나 공간 데이터의 수정의 철회는 고비용이 소모되는 작업이다. 셋째 단절 상태가 길어질수록 철회가 자주 발생한다. 따라서 무선 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 공간 데이터 변경 프로토콜에 대한 연구가 필요하다.

이 논문에서는 제안하고 있는 공간데이터의 변경을 위한 무선 이동 컴퓨팅 환경은 그림(1)과 같으며, 무선 이동 클라이언트에서의 공간데이터 변경을 위해서 2-tier 트랜잭션 모델(2)을 이용한다.

2-tier 트랜잭션 모델은 무선 이동 클라이언트에서 수

행되는 이동 트랜잭션(mobile transaction)과 서버에서 수행되는 베이스 트랜잭션(base transaction)으로 구성된다. 이동 트랜잭션은 교환가능한(commutative)트랜잭션이며, 무선 이동 클라이언트가 서버에 재접속 할 때 서버로 전달된다. 서버로 전달된 이동 트랜잭션은 서버에서 베이스 트랜잭션으로 재 수행된다.



[그림 1] 전체 시스템 구조

이동 트랜잭션에서 완료 즉시 서버에 재 접속할 필요가 없기 때문에 이동 트랜잭션의 완료 시점과 재 접속 후 베이스 트랜잭션으로 재 수행하는 시점 사이에 간격이 존재하게 된다. 그리고 공간 데이터 변경 트랜잭션은 교환가능한 트랜잭션이 아니며, 완전히 직렬가능(fully serializable)해야 하므로 갱신 손실 문제(lost update problem)가 발생한다.

이 논문에서는 영역 잠금(3)의 타임스탬프 값과 영역 잠금 영역의 검침(ND)(3)을 이용하여 갱신 손실 가능한 공간객체 집합을 검출하는 방법을 제시한다. 검출된 데이터 집합의 완료 시점을 뒤로 연기(postpone)하는 프로토콜을 제시한다

이 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 관련

연구, 3장은 갱신 손실 문제를 기술한다. 4.1장은 영역 잠금과 타임스탬프 값에 대해서 4.2장은 연기(postpone)프로토콜에 대해 소개한다 끝으로 5장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

2. 관련연구

기존의 클라이언트-서버 환경에 대한 공간 데이터 변경 트랜잭션 모델(4)은 변경 전파가 모든 클라이언트, 서버 사이트에 동기화 된 방식으로 전파 되게 하는 특징을 가지고 있다(2). 그러나 무선 이동 컴퓨팅 환경에서는 빈번한 단절 상태가 존재하기 때문에 적절하지 못하다.

기존의 낙관적 동시성 제어 기법(OCC)에 근거한 이동 컴퓨팅 환경에서의 트랜잭션 모델에 관한 연구는 꾸준히 있어 왔다.(5,6,7) 대부분의 연구는 이동 단말기에서의 변경의 시작을 서버와 단절(disconnection)시점으로 보고, 이동 클라이언트에서는 독립적으로 변경을 수행하도록 허락하는 모델을 취한다. 이러한 모델은 이동 클라이언트에서 수행하는 트랜잭션의 동시성을 최대한 높여준다는 점에서 유용한 방법이다. 그러나 다음의 문제점들이 발생한다. 첫째, 단절상태 때문에 서버의 공간 데이터 변경 정보를 전파 받지 못하여 이동 클라이언트의 트랜잭션이 오래된 데이터(stable data)를 이용하여 작업을 수행한다. 둘째 충돌(conflict)발생시 철회(Rollback)를 발생시키나 공간 데이터의 수정의 철회는 고비용이 소모되는 작업이다. 셋째 단절 상태가 길어질 수록 철회가 자주 발생한다

2-tier 트랜잭션 모델(2)은 서버와 단절상태에서도 이동 클라이언트에 중복되어진 데이터(tentative version)를 이용해 변경이 이루어지도록 한다. 이러한 이동 트랜잭션은 상호 교환적이며, 서버에 재 접속할 때 단절 상태의 변경을 서버에 중복되어진 데이터(master version)를 이용하여 베이스 트랜잭션으로 재 수행되어진다.

이 논문은 2-Tier 트랜잭션 모델을 기반으로 하고 있다. 그러나 2-Tier 모델은 공간 데이터를 수정하는 트랜잭션과는 고려하지 않았기 때문에 이로 인해 갱신 손실 문제(lost update problem)가 발생할 수 있다.

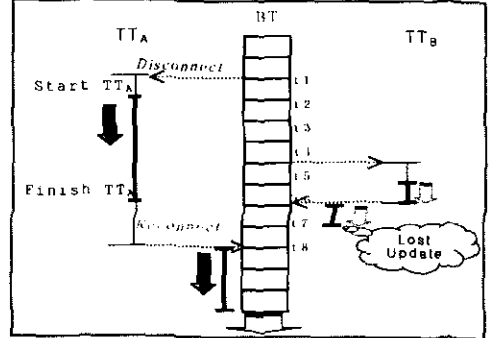
3. 갱신 손실 문제

2-tier 모델에서 갱신 손실 문제는 베이스 트랜잭션으로 서버에서 재 수행되는 이동 트랜잭션 TT_A , TT_B 이 존재할 때, 이동 트랜잭션(TT_A)의 시작 시간: $ST(TT_A)$ 이 $ST(TT_B)$ 보다 후행되지만 TT_B 의 재접속 시간: $RT(TT_B)$ 이 $RT(TT_A)$ 보다 선행되어서, 후행되는 TT_A 에 의해서 TT_B 의 결과 값이 덮어 쓰여지는 문제를 말한다.(그림 2) 이러한 관계를 일반적 나타내면 [표1]와 같다.

| |
|--|
| <p>TT_A: 이동 클라이언트 A에서 수행된 이동 트랜잭션</p> <p>$ST(TT_A)$: 이동 트랜잭션 TT_A의 시작 시간</p> <p>$RT(TT_A)$: 이동 클라이언트 A가 서버에 재 접속한 시간 중 TT_A의 종료시점과 가장 가까운 시간</p> <p>조건을 만족하는 TT_B는 갱신 손실 문제가 나타난다.</p> <p>조건 : $ST(TT_A) < ST(TT_B) \ \&\& \ RT(TT_A) > RT(TT_B)$</p> |
|--|

[그림 2] 갱신 손실 문제

이런 문제가 나타나는 이유는 다음과 같다. 첫째, 2-tier 트랜잭션 모델에서 이동 트랜잭션에서 완료 즉시 서버에 재 접속할 필요가 없기 때문에 이동 트랜잭션의 완료 시점과 재 접속 후 베이스 트랜잭션으로 재 수행하는 시점 사이에 간격이 존재하게 된다. 둘째, 공간 데이터 변경 트랜잭션은 교환가능한 트랜잭션이 아니기 때문에 완전히 직렬가능(fully serializability)해야 한다.



[그림 2] 갱신 손실 문제

4. 연기(Postpone) 프로토콜

이 장에서는 이동 트랜잭션이 서버에서 재 수행시 사용하는 잠금과, 갱신 손실 문제를 검출하는데 사용할 잠금 및 잠금의 타임스탬프를 이용한 검출 기법에 대하여 기술한다. 그리고 갱신 손실 문제 해결을 위해서 갱신 손실 가능한 공간 객체 집합에 대한 완료 시점을 연기(postpone)시키는 프로토콜에 대해서도 기술한다.

4.1 영역 잠금과 timestamp

4.1.1 MR 잠금

MR(Mobile Client Region) 잠금은 이동 트랜잭션의 Read set ∪ Write set 객체 집합에 대해서 weak SIX 잠금 모드 영역잠금(3)이다. 이동 클라이언트는 이동 트랜잭션을 수행하기 위하여 먼저 서버측에 MR 잠금을 요청하고 단절(disconnection)해야 한다. MR 잠금의 해제는 MR잠금을 설정한 이동 클라이언트의 이동 트랜잭션의 완료 이후에 해제 된다.

갱신 손실 문제 해결을 위해서 MR 잠금에 단절 시간 타임스탬프:DTS(MR)과 재접속 시간타임스탬프:RTS(MR)을 유지한다.

4.1.2 MX 잠금

MX(Mobile Client exclusive) 잠금은 서버에서 재수행하려는 이동 클라이언트의 Write Set에 대하여 전역 공간관련성(4)에 기반한 쓰기 잠금이다. 이 잠금은 이동 클라이언트가 서버에서 재수행 할 때 만 잠금이 설정되고, 재수행이 끝나서 완료된 후에 해제된다. 그리고 이 잠금은 한 객체에 대하여 수정하고자 할 때, 그 객체 또는 그 객체와 분산 공간 관련성에 의한 종속관계에 있는 객체들이 수정 중이면 대기해야 하는 성질이 있다.

4.1.3 잠금 모드

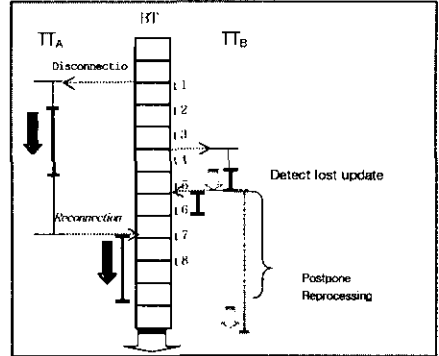
한 객체에 대해서 WRITE 잠금이 설정되어 있지 않다

면 MR잠금을 허용한다. CX잠금(4)과는 달리 MX잠금 후 수정 중인 공간 객체에 대하여 MR 잠금을 설정하는 것은 허용하지 않는다.

| | MR | WRITE | MX |
|-------|-----|-------|---------|
| MR | Yes | No | Yes |
| WRITE | No | No | No |
| MX | No | No | No </td |

표2 잠금 호환성 표

수행을 먼저 시작한다.



(그림 4) 연기 프로토콜

5. 결론 및 향후 연구

이 논문에서는 이동 클라이언트에서 공간 객체 수정을 2-tier 트랜잭션 모델을 이용하여 적용하였다. 공간 데이터의 변경 특성상 갱신 손실 문제가 발생하였다. 이 문제를 영역 잠금과 영역 잠금의 겹침과 타임스탬프를 이용하여 갱신 손실 문제를 검출해 내고, 연기(postpone) 프로토콜을 이용하여 베이스 트랜잭션의 측면에서 완전히 직렬 가능하게 하였다.

향후 연구로 제시한 프로토콜 구현과, MX잠금의 동시성을 높이는 방향으로 연구해 볼 필요가 있다.

6. 참고 문헌

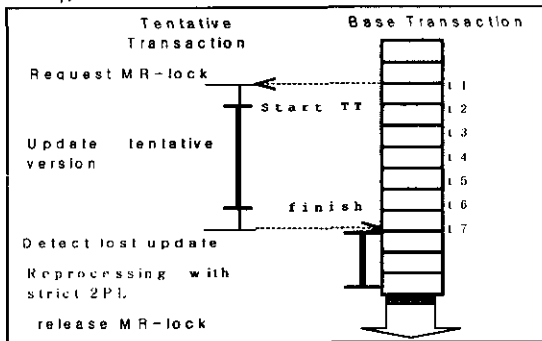
- [1]. G. H. Forman, J. Zahorjan, "The Challenges of Mobile Computing," IEEE Computer, Apr. 1994.
- [2]. J. Gray, P. Helland, P. O'Neil, and D. Shasha "The Dangers of Replication and a Solution" Proc. ACM SIGMOD Int'l Conf. Management of Data, Montreal, June 1996.
- [3]. 최진오, 홍봉희, "분산된 지리정보시스템에서 새로운 잠금 기법을 이용한 중복된 공간 데이터의 변경 진파", '99 한국정보과학회 논문지, vol26, no9, pp.1061-1072, 1999.
- [4]. 신영상, 최진오, 조대수, 홍봉희, "클라이언트 변경 트랜잭션에서 동시성 및 일관성 제어", '99 한국정보과학회 논문지, vol26, no2, pp.323-325, 1999.
- [5]. Rafael Alonso and Hery F. Korth, "Database system Issues in Nomadic Computing", In Proceeding of the 1993 ACM SIGMOD Conference, pp.388-392, May 1994.
- [6]. Evaggelia Pitoura and Bharat Bhagava, "Revising Transaction Concepts for Mobile Computing", In Proceeding of the IEEE Workshop on Mobile Systems and Application, Purdue University, Dept. of Comp. Dec.1994
- [7]. ABRAHAM SILBERSCHATZ and HENRY F. KORTH and S. SUDARSHAN, "Database System Concepts", pp 485-487, pp 490-492, McGraw-Hill.

4.2 프로토콜

이동 트랜잭션(TT_A)가 서버로 재 접속할 경우의 파라미터 - TT_A의 ReadSet, WriteSet, 연산들의 수행순서, ST(TT_A).

4.2.1 이동/베이스 트랜잭션 수행 프로토콜

1. 이동 클라이언트A에서 수행할 이동 트랜잭션(TT_A) 수행 전 서버에 MR_A잠금을 설정한다.
2. 이동 트랜잭션을 이동 클라이언트에서 수행한 뒤 임의의 시점에서 서버에 재 접속한다. 재 접속시 파라미터를 서버로 전송한다.
3. 이동 트랜잭션(TT_A)로부터 전송 받은 파라미터와 MR_A의 DTS(MR_A), RTS(MR_A), NDJ(3) 영역을 이용해서 "갱신 손실 문제를 검출" 해낸다.
4. 갱신 손실 문제가 없으면 이동 트랜잭션을 서버의 데이터에 대해 엄격한 2PL을 적용해서 완료 시킨다.



(그림 3) 이동/베이스 트랜잭션 수행 프로토콜

4.2.2 갱신 손실 가능성 데이터 집합 검출

서버에서 재 수행시 이동 트랜잭션 TT_B에 대해서 MR_B와 NTJ를 가지는 이동 트랜잭션(TT_A)이 존재하면 갱신 손실 가능성이 있다. NDJ안에 완전히 inside된 객체들은 갱신 손실 가능성이 있는 데이터 집합들이다.

이러한 데이터 집합들에 대해서는 연기 프로토콜을 적용, TT_B의 연기 시점이 NDJ를 형성하는 트랜잭션이 완료할 때까지 재수행을 대기 해야 하는 지, 동시에 실행될 수 있는 지의 여부는 DTS(MR_A), RTS(MR_A)의 값과의 비교를 통해서 알 수 있다.

4.2.3 연기(Postpone) 프로토콜

재 수행전 실시하는 갱신 손실 가능성 검사에서 재수행이 연기된 트랜잭션 중 NDJ를 형성하는 다른 트랜잭션(TT_A)이 재 접속했을 경우, ST(TT_A) > ST(TT_B) 인지 검사한다. TT_A가 TT_B보다 먼저 시작했으면, TT_B는 TT_A의 트랜잭션이 완료될 때까지 재수행을 연기시킨다. 그렇지 않은 경우 ST(TT_A) ≤ ST(TT_B) 일대는 TT_B의 재