

무선통신 환경에서 이동 서버간의 데이터 동기화 기법

김 은 희[†] · 최 병 갑^{**} · 이 응 재^{***} · 류 근 호^{****}

요 약

모바일 환경 및 무선 통신 기술이 발달함에 따라 시간과 장소에 제약받지 않고, 이동 시스템 간의 데이터 전송이 가능하게 되었다. 현재 이동 시스템 간의 데이터 통신은 모바일 환경의 고정 서버와 이동 클라이언트 사이에서 소량의 데이터 송수신 및 데이터 동기화 기법을 중심으로 연구되고 있다. 그러나 전장 상황과 같은 환경에서는 두 개 이상의 서버가 상호 독립적으로 이동하며, 상대 시스템과의 정보 공유 및 데이터 동기화를 수행하여야 한다.

이 논문은 모바일 환경에서 상호 독립적으로 이동하는 시스템 간의 데이터 동기화기법을 제안한다. 제안하는 동기화 기법은 제한된 대역폭을 고려한 서버 간의 데이터 전파 경로와 통신 단절로 인한 미전송 데이터의 처리 방안을 제시한다. 아울러 대용량 서버 간의 전송 데이터 축소를 위하여 정보의 중요도 및 공유 필요성을 고려한 데이터 정제 기법을 제시한다. 제안하는 동기화 기법은 실제 운용환경에 적용하였고, 대용량 데이터 갱신 전과 후의 데이터 일치 정확성을 검증하였다. 아울러 서버 확장에 따른 전파 지연 시간을 고려하였을 때 제안된 기법이 허용 오차 내에 정상적으로 동기화가 이루어짐을 확인하였다.

키워드 : 이동 컴퓨팅, 데이터 동기화, 복제, 갱신 전파

Data Synchronization Among Mobile Servers in Wireless Communication

Eun Hee Kim[†] · Byung Kab Choi^{**} · Eung Jae Lee^{***} · Keun Ho Ryu^{****}

ABSTRACT

With the development of wireless communication techniques and mobile environment we are able to transmit data between mobile systems without restriction of time and space. Recently, researches on the data communication between mobile systems have focused on a small amount of sending out or receiving data and data synchronization at a fixed server and mobile clients in mobile environment. However, two more servers should be able to move mutual independently, information is shared with other systems, and data is synchronized in the special environment like a battlefield situation. Therefore, we propose a data synchronization method between systems moving mutual independently in mobile environment. The proposed method is an optimization solution to data propagation path between servers that considers limited bandwidth and process of data for disconnection communication. In addition, we propose a data reduction method that considers importance and sharing of information in order to reduce data transmission between huge servers. We verified the accuracy of data after accomplishing our data synchronization method by applying it in the real world environment. Additionally, we showed that our method could accomplish data synchronization normally within an allowance tolerance when we considered data propagating delay time by server extension.

Key Words : Mobile Computing, Data Synchronization, Data Replication, Update Propagation

1. 서 론

모바일 환경의 발전에 따라 무선 통신 기술을 이용한 대용량의 데이터 유통이 가능하게 되었다. 또한 무선 통신 및 데이터 관리 기술의 발전으로 군대 같은 분야에서 작전 능력을 극대화하기 위해서 군의 각 부대로 보유하고 있는

정보 시스템 간의 데이터 공유가 가능하게 되었으나, 이들 공유 시스템 간에는 데이터 동기화가 필수적이다.

지금까지 진행되어온 데이터 동기화에 관한 연구들은 고정된 서버 간의 동기화 문제에 초점을 맞추어 진행되어 왔다. 그러나 최근 모바일 환경이 발달함에 따라 서버와 PDA(Personal Digital Assistant)나 휴대폰과 같은 이동 단말기 간의 데이터 동기화가 중요시 되고 있으며, 이동 단말기 간의 데이터 동기화에 대한 연구들이 수행되어 오고 있다. 이들 연구에서는 이동 단말기기의 전력의 최소화와 통신 두절 및 통신비용 감소를 위한 데이터 동기화 기법들이 주로 연구되었다. 지금까지 수행된 이동 단말기 간의 데이터 동기화

* 이 연구는 정보통신부 대학 IT연구센터 육성 지원사업의 연구비 지원으로 수행되었음.

† 준회원: 충북대학교 전자계산학과 박사 수료

** 정회원: 방위사업청 지상지휘통제체계사업팀 근무

*** 준회원: 충북대학교 대학원 전자계산학과 박사과정

**** 통신회원: 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수

논문접수: 2005년 9월 14일, 심사완료: 2006년 9월 6일

기법들은 소량의 데이터 전송에 제한되어 있기 때문에, 대용량 서버들이 장착된 이동 단말기간의 데이터 동기화에는 적합하지 못하다. 또한 무선 통신 환경에서는 이동하는 서버들 간에는 공유해야할 데이터양이 많기 때문에 데이터 통신에 드는 비용이 많이 소요된다.

따라서 이 논문에서는 이동하는 두 개 이상의 서버간의 대용량 데이터에 대한 동기화 기법을 제안한다. 제안하는 대용량 데이터 동기화 기법은 전송하려는 이동 시스템에서 트랜잭션이 발생하여 데이터 갱신이 완료되면 목적지 이동 시스템들에게 데이터를 비 실시간으로 전파하게 된다. 갱신된 데이터를 전파하는 목적지 이동 시스템들은 데이터의 중요도, 공유도 및 목적지 시스템과의 관계를 고려하여 데이터 전파 경로를 축소하여 결정하게 된다. 또한 우리의 대용량 데이터 동기화 기법에서는 데이터 정제 과정을 거쳐 데이터 동기화 필요성이 낮은 데이터는 제외시키고, 순간적인 통신 단절로 인하여 전송되지 못한 데이터는 조정 단계(Reconciliation) 단계를 거쳐 데이터를 동기화 시킨다.

이 논문의 효율적인 전개를 위해 다음과 같이 구성한다. 2장에서는 데이터 동기화를 위해 수행된 기존 연구들을 분석하고, 3장에서는 이 논문에서 제안하는 이동하는 서버간의 대용량 데이터 동기화 기법에 대해서 기술한다. 4장에서는 제안한 방법의 검증에 위한 성능 및 실험 결과를 분석하고, 마지막으로 5장에서는 결론과 향후 연구를 제시한다.

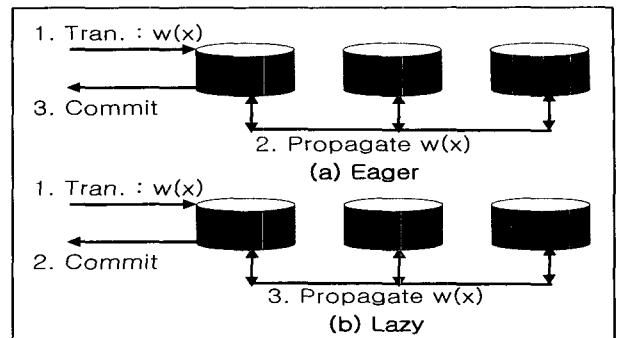
2. 관련 연구

많은 네트워크 서비스들은 폭 넓은 지역에서 다수의 사이트에 있는 레코드들을 저장하고 갱신한다. 이것은 분산 데이터베이스 환경에서의 데이터 일치에 대한 문제를 의미하며, 데이터 일치를 유지하는데 높은 과부하가 발생한다[1]. 데이터 동기화에 대한 연구는 고정 서버간의 동기화와 이동 서버간의 동기화로 나뉘어 살펴본다.

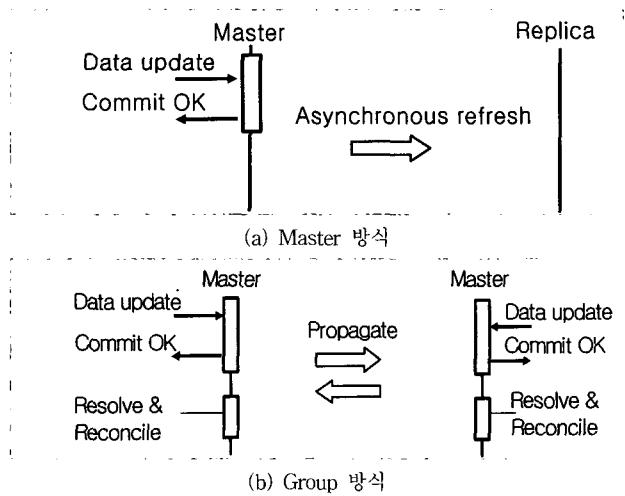
2.1 고정 서버 간의 동기화

고정 서버 간의 데이터 동기화 방법은 실시간으로 변화된 데이터를 송수신하여 데이터를 동기화 시키는 Eager 방법과 일정한 시간 간격으로 변화된 데이터를 송수신하여 데이터를 비실시간으로 동기화시키는 Lazy 방법으로 구분된다[1, 2, 3, 4]. (그림 1)에서는 (a)Eager 방법과 (b)Lazy 방법을 통한 고정된 서버 간의 데이터 동기화과정을 묘사한 것이다.

먼저 Eager 방법은 갱신 자료들을 원본 트랜잭션의 일부분으로 모든 복제 데이터베이스에 적용한다. 이때 두 개 이상의 경로에 의해 접근할 수 있는 데이터베이스를 갖고 있는 서버를 노드라고 정의할 때, 노드들 간에는 메시지를 서로 교환하여 통신한다. 여기서, 무선통신환경에서는 근거리 네트워크(LAN)가 이동해야할 경우 노드도 함께 이동해야 하므로 이 노드를 이동 노드라 정의한다. 또한 이 방법에서는 통신 단절과 노드 수 증가에 따른 교착 상태가 발생한다.



(그림 1) 고정 서버간의 데이터 동기화 방법



(그림 2) Lazy 에서의 데이터 갱신 전파

통신 단절 문제는 네트워크를 구성하는 각 노드들은 항상 연결되어 있어야 하지만 무선통신 환경에서 몇 개의 노드들은 통신 단절 시, 트랜잭션의 결과를 모든 노드에 전파할 수 없게 된다. 또한 노드 수가 증가하면 교착 상태의 가능성 역시 증가하고, 결과적으로 트랜잭션의 실패율도 증가한다.

Lazy 방법은 원본 트랜잭션에 의해 한 개의 데이터베이스만 갱신되고, 다른 복제 데이터베이스들은 비동기적으로 갱신 전파를 수행한다. 갱신 자료들은 (그림 2)와 같이 두 가지 방식에 의해 통제된다[2, 3]. (그림 2)(a)의 Master 방식에서 각 데이터는 마스터를 갖는다. 단지 마스터만 데이터의 원본을 갱신할 수 있고, 모든 다른 복제 데이터베이스들은 읽기만 할 수 있다. (그림 2) (b)의 Group 방식은 데이터 항목을 갖는 어느 노드든지 데이터를 갱신할 수 있다.

Group 방식을 모바일 컴퓨팅 환경에 적용 시 한 개의 노드가 대부분의 시간동안 단절되어 있다면 노드는 하루 동안 트랜잭션들의 수행을 시도한다. Master 방식에서 트랜잭션에 의해 한 개의 객체가 갱신되기를 원하면 Master를 완료한 후 나머지 Slave 복제 노드들에게 브로드캐스트한다. Master 방식도 항상 적은 메시지를 보내서 빨리 완료하여야 한다. 이들 방법의 문제점은 서버가 이동하면 서비스를 지속할 수 없고, 로컬 교착상태가 발생하여 다른 노드에 전파가 지연되거나 데이터를 손실할 수도 있다. 따라서 노드간

의 데이터가 달라질 수도 있기 때문에 데이터를 조정해 주어야 하는 문제가 있다.

2.2 모바일 환경에서의 데이터 동기화

모바일 환경은 유선 네트워크에 비하여 상대적으로 적은 대역폭과 간헐적인 통신 단절 등의 특성을 가지고 있으므로, 소량의 데이터를 주고받는다. 모바일 환경에서의 Commit 프로세싱은 약한 연결성에 의해 유발되는 장시간의 접속단절, 간헐적인 연결 상태 등의 단절 문제가 있으며[5, 6, 7, 8], 단말기의 전력소모가 문제되고 있다.

가장 대표적인 모바일 환경에서의 데이터 동기화 기법은 2단계 중복 모델과 Bayou 모델이 있다.

2단계 중복 모델[5]은 이동 컴퓨팅 환경의 잦은 접속단절 문제를 해결하기 위해 유선에 의해 항상 연결되어있는 베이스 노드를 하나의 층(tier)으로 설정하고, 무선에 의해 연결되어 대부분 시간을 접속단절로 있는 이동 노드를 나머지 층(tier)으로 분리하여 다룬다. 베이스 노드에서는 데이터베이스의 중복 객체를 저장하고 있으며, 대부분 객체의 원본을 가지고 있고, 이동 노드는 특정 데이터베이스의 마스터 버전과 중복 버전을 유지한다. 이동 노드에서 마스터 버전은 이동 노드가 객체의 마스터로부터 받은 최근의 값을 유지하고, 임시 버전은 접속단절 동안 이동 노드에서 변경된 내용을 유지한다. 그러나 이 방법은 셀(cell) 사이를 이동할 때, 네트워크 단절로 인하여 이동 단말기와 서버간의 데이터 일치성을 유지하기 어렵고, 적은 대역폭을 가지므로 동기화시 전달되는 메시지 구성의 최적화가 필요하고, 유선으로 연결된 베이스 노드를 운용할 수 없기 때문에 모든 노드가 이동하는 환경에서는 적용할 수 있는 대안이 필요하다[8].

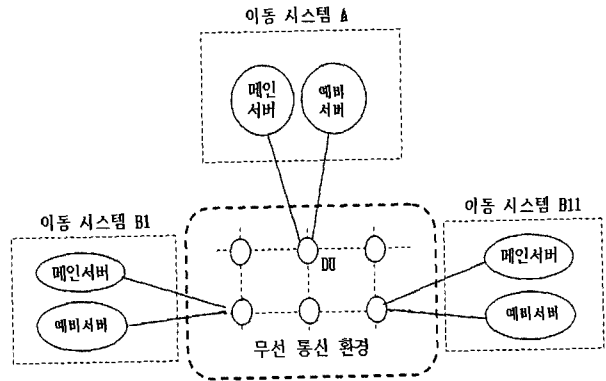
Bayou 모델[10, 11, 12]은 이동 컴퓨팅 환경의 약한 연결성 문제를 해결하기 위해 서로 약하게 연결되어진 중복 데이터를 저장하고 있는 다수 서버들로 이루어지는 동등 계층 구조를 기반으로 한다. 변경 내용은 anti-entropy session이라는 서버들 사이의 정보가 교환되는 동안 다른 서버들에게 전파된다. Bayou 모델은 한 쌍의 서버들 간의 정보 교환 방법을 사용하므로 서버 모두가 동시에 연결 상태일 필요는 없지만 서버가 이동하는 환경에는 부적합하다.

지금까지의 연구들은 무선 통신 환경에서 고정 서버와 PDA같은 이동 클라이언트간의 소량의 데이터 동기화를 수행하여 통신 단절, 데이터 불일치 등의 문제를 해결하고자 하였다. 그러나 이러한 연구들은 서버를 포함한 근거리 네트워크 전체가 이동하면서 많은 정보를 공유해야하기 때문에 서버 대 서버 간의 대용량 데이터를 동기화하는 데에는 적합하지 못하다.

이 논문에서는 모바일 환경에서 이동하는 서버 간의 대용량 데이터 동기화 기법을 제안하며, 다음 장에서 상세히 기술한다.

3. 제안하는 대용량 데이터 동기화 기법

이 장에서는 무선통신 환경에서 서버 대 서버 간의 대용



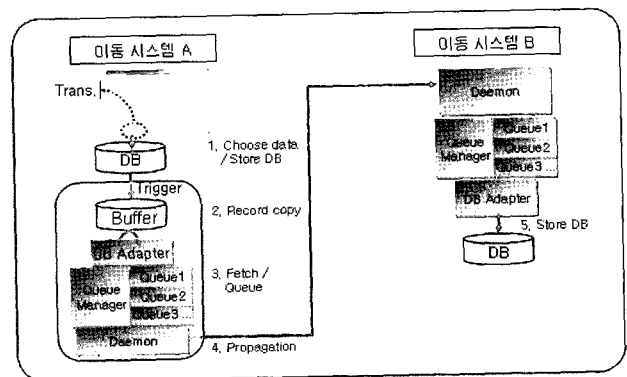
(그림 3) 제안하는 데이터 동기화 기법의 적용 환경 구조

량 데이터 동기화를 위해 제안한 기법을 소개한다. (그림 3)은 이 논문에서 제안하는 대용량 데이터 동기화 기법을 적용하기 위한 환경 구조를 묘사한 것이다.

제안하는 기법을 적용하기 위해서는 근거리 네트워크 내에서 무선 통신 환경에서 사용할 메인 서버와 예비 서버를 포함한 이동 시스템, 다양한 종류의 네트워크 장치들이 필요하다. 이동시스템은 분배장치(DU: Distributed Unit)와 유선으로 연결되고 분배장치는 라우팅과 같이 네트워크의 인터페이스를 제공하며 이동하는 기지국과 함께 운용된다. 즉 트랜잭션이 발생되면 메인 서버의 데이터베이스를 갱신하고, 분배장치를 통하여 목적지 이동시스템의 서버에 갱신된 데이터를 전파한다. 이동시스템이 이동하는 경우 메인 서버가 서비스를 준비하고 무선 이동통신 네트워크에 연결 후 메인 서버와 예비 서버 간 서비스 임무가 교체된다.

3.1 이동시스템간의 데이터 이동

제안한 데이터 동기화 기법을 기반으로 한 이동 시스템간의 데이터 이동은 (그림 4)에서 간단히 묘사하였다. 이동 시스템 A에서 트랜잭션이 발생하면, 해당 시스템의 데이터베이스에 저장된다. 그리고 데이터베이스의 데이터베이스관리시스템(DBMS: Database Management System)에서 트리거에 의해 트랜잭션의 레코드를 버퍼로 복사하여 저장한다.



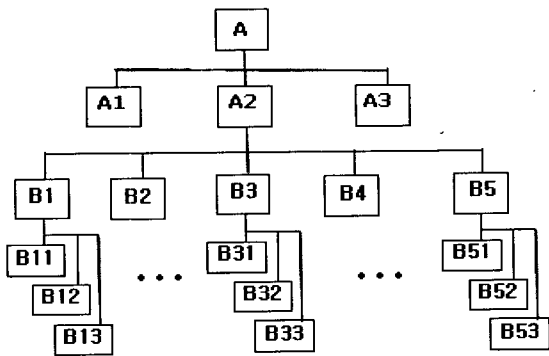
(그림 4) 이동 시스템 간의 데이터 이동

그러면 DB어댑터는 일정주기로 전송할 자료를 버퍼에서 읽어온다. 이때 데이터 유통능력이 제한되는 무선 이동통신 네트워크를 이용하므로 데이터마다 업무의 중요도와 공유해야 할 필요성을 고려하여 데이터의 우선순위를 부여한다. 데이터의 우선순위에 따라 큐 매니저는 해당 큐에 데이터를 탑재한다. 탑재된 데이터는 동기화 도구에 의해 목적지 이동시스템 B로 전송된다. 이동시스템 B에 도착된 데이터는 해당 데이터베이스의 데이터를 갱신한다.

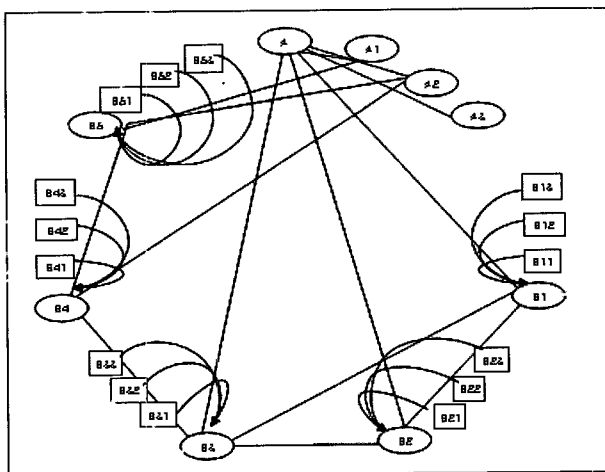
아울러 우리는 데이터 전파를 위한 목적지 시스템을 결정하기 위해 경로 트리를 구축하여 관리한다. 경로 트리 구축에 대한 과정은 다음 절에서 상세히 설명한다.

3.2 경로 트리

데이터를 필요로 하는 목적지 시스템에 갱신/전파하기 위한 경로트리는 고정 시스템에서 시스템의 중요도에 따라 계층별 관계에 의해 관리되고 결정된다. (그림 5)는 전체 시스템들 간의 계층 관계도를 기반으로 한 경로 트리를 나타낸 것이다. 데이터의 이동 경로는 트리의 루트부터 단말까지 하나의 경로가 된다. 예를 들면, A → A2 → B1 → B11, 또는 A → A2 → B3 → B33 등으로 여러 가지의 경로가 생성된다.



(그림 5) 시스템간의 계층 관계도를 기반으로 한 경로 트리



(그림 6) 최적화된 전파 경로

n개의 이동시스템에서 데이터를 공유하기 위해 전파되는 최대 간선 수 $n(n-1)$ 개를 고려하면 데이터 통신 량 과다로 데이터 전파 지연 또는 손실이 발생한다. 따라서 데이터 갱신/전파하는 경로 트리를 이동시스템간의 중요도와 목적지의 관계를 고려하여 경로를 최소화할 수 있다. (그림 6)은 경로트리를 기반으로 노드간의 최적화된 전파 경로를 나타낸 것이다. 경로 설정 시 이동 시스템 간의 중요도가 높은 시스템들에게는 직접 경로가 할당되고, 일정 임계치를 못 미치는 경우에는 인접한 이동 시스템의 경로를 이용하여 데이터를 전파/갱신한다.

3.3 데이터 정제

서버와 이동 단말기간에 이루어지는 소량의 데이터 동기화와는 달리 이동 시스템 간에는 대용량의 데이터가 서로 동기화를 수행한다. 따라서 무선 통신능력을 고려해 볼 때 데이터 동기화해야 할 필요성이 낮은 항목은 동기화 대상에서 제외시킨다. 데이터베이스에는 일관성이 없고 불완전하며 오류가 있는 데이터가 존재할 수 있다. 따라서 오류 데이터(중복 오류 및 도메인 일관성 오류)를 데이터 정제 과정을 통해서 수정하여 데이터의 무결성과 질을 보장해 주어야 한다. 이를 위한 전처리 단계로서 관련된 속성들을 추출, 정제, 그리고 상세화 및 추가 하여 갱신 전파에 적절한 형태의 데이터로 변환한다. 이것은 결론적으로 무선 이동통신 환경에서 데이터 갱신 전파 량을 축소시키기 위한 것이다. <표 1>은 실 세계 데이터 샘플을 나타낸다. 서버 간에 전파시켜야 하는 데이터를 정제시키는 원리는 다음과 같다.

첫째, 중요도가 적은 튜플은 제외한다. : 중요도가 적은 업무는 이동시스템간의 전파대상에서 제외한다. 표 1과 같이 A4 작업은 중요도가 "1" 이므로 테이블에서 제거한다.

둘째, 공유도가 적은 튜플은 제외한다. : 중요도는 높으나 다른 이동시스템에 전파해서 데이터를 공유해야 하는 필요성이 적은 업무는 제외한다. 표 1의 A5는 중요도는 높지만 공유도가 "1"이므로 제외한다.

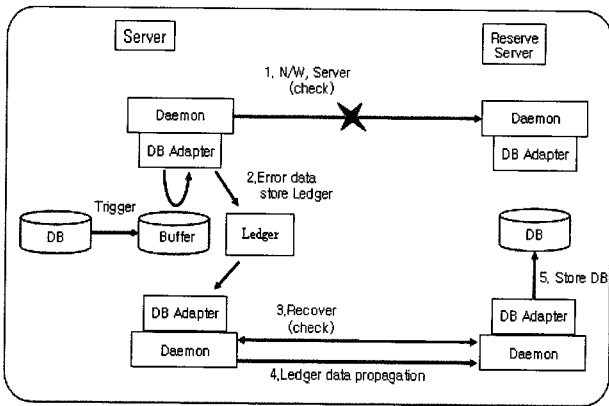
현재 활용되고 있는 전처리 방법으로 데이터를 속성 값에 따라 데이터를 무시하는 삭제 방법과 데이터를 다른 값으로 대체하는 방법이 있다[13]. 제안하는 기법에서 데이터를 제외한다는 의미는 다른 이동시스템에 갱신전파를 하지 않고, 데이터를 해당 이동시스템에서만 사용하는 것이므로 대체할 필요는 없다.

<표 1> 실 세계 데이터 샘플

Work	Method	Weight	Destination	Frequency	Share
A1	Synch.	3	Special	Day	3
A2	Message	3	All	Quarter	2
A3	Synch.	2	All	Day	2
A4	Synch.	1	All	Month	1
A5	Synch.	3	-	Week	1
A6	Synch.	2	Adjacent	Week	3

3.4 미 전송 데이터의 처리

이동시스템의 서버는 갱신된 데이터를 백업 개념으로 예비 서버에 전파한다. 이동시스템이 상황에 따라 다른 곳으로 이동하여야 하는 경우에 미 전송된 데이터를 관리자에 의해 조정(reconciliation) 하여야 한다. 미 전송된 데이터란 통신 단절 또는 장애로 인하여 전파되지 않은 데이터를 말한다. (그림 7)은 미 전송된 데이터 처리 과정을 나타낸 것이다. 미 전송된 데이터는 임시 저장소인 LEDGER에 저장되어 동기화 틀의 데몬에 의해 상태를 확인하고 상태가 정상이면 LEDGER에 저장된 데이터는 재 전파된다. 자료 공유의 안정성 및 지속성을 위하여 이동 서버는 예비 서버를 함께 운용하여 전체 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.



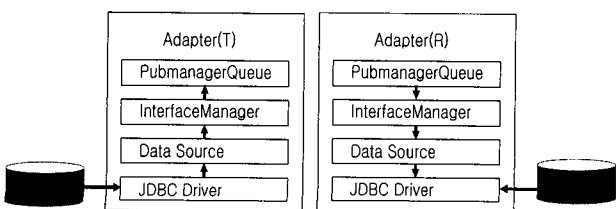
(그림 7) 미 전송된 데이터 처리 과정

4. 구현 및 성능분석

이 장에서는 제안한 대용량 데이터 동기화 기법의 성능을 평가하고 확장성과 설정 파라미터들이 제안 기법에 어떻게 영향을 미치는지 분석한다.

4.1 실험환경 및 데이터

실험에 사용된 시스템 중 서버 환경은 펜티엄 IV 4GB 메인메모리를 장착한 AIX 5 기반의 데이터베이스는 ORACLE 9i, 동기화툴 Rendezv 7.2, 그리고 JEUS 4.0으로 구성하였다. 클라이언트는 펜티엄 IV 2.4GHZ, 512MB 메모리를 장착한 윈도우 2000 기반으로 JAVA를 이용하여 구현하였다. 실험을 위해 실제 응용 분야인 군의 야전 환경 데이터를 가지고 제안한 대용량 동기화 기법의 성능을 평가하였다.



(그림 8) 데이터베이스 연결 구조도

데이터 전파 기법에서는 (그림 8)과 같은 구조로 데이터베이스를 연결한다. 데이터베이스 서버와 어댑터(adapter)간의 접속을 위하여, 어댑터의 데이터 소스를 이용하여 데이터베이스와의 연결을 관리하도록 한다. 송수신되는 자료들은 데이터 소스에서 관리하는 Connection Pool에서 하나의 연결을 얻어와 데이터베이스와 연결 후 업무를 수행하고 다시 Connection Pool로 반납하게 된다.

4.2 실험 방법

성능 평가를 위해 데이터 정제에 의해 선정된 데이터를 각 이동 시스템에서 직접 응용프로그램으로 입력, 수정 및 삭제하였다. 갱신/전파되는 데이터는 물리적 IP 주소가 아닌 논리적 주체 이름으로 목적지 정보를 전송 및 수신하므로 위치 무관성(location transparency)을 제공한다. 실험을 위해 우리는 몇 가지 다음의 사항으로 가정한다.

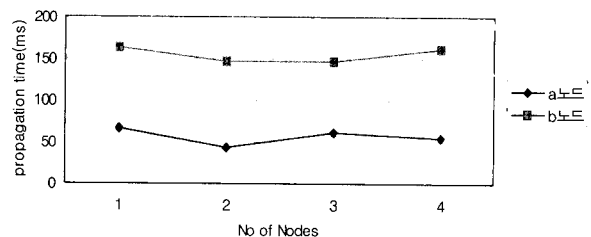
- 각 데이터는 부분적으로 갱신 전파된다.
- 네트워크는 신뢰할 만하다. 즉, 메시지는 목적 이동 시스템으로 결국 전송된다.
- 각 동기화 데이터에 대한 멀티 뷰가 허용된다. 이것은 어떤 데이터의 불일치는 갱신 데이터들이 전파되는 동안 각 이동시스템의 모든 동기화 데이터 값이 다를 수 있다.
- 각 이동 시스템의 시각은 동기화되어 있다.

먼저 이동 시스템간의 데이터가 갱신/전파되는 소요시간을 측정하였다. (그림 9)에서는 갱신/전파되는 소요시간 결과를 보여주고 있다.

이동 시스템간 갱신/전파에 소요되는 시간은 트랜잭션 발생 노드에서 데이터를 a노드까지 갱신하는데 평균 56ms 전파시간이 소요되며, b노드까지는 평균 154ms 전파시간이 소요되었다. 즉 a노드에서 b노드까지 전파시간이 97ms 소요되었으며 이것은 1초미만의 갱신전파 지연으로 업무처리의 성능저하를 가져오지 않는 것을 알 수 있다. 그리고 갱신/전파된 모든 데이터들은 트랜잭션을 발생시킨 이동시스템의 데이터와 일치됨을 검증하였다.

메시지 전송 기법은 고정 서버를 운용하며 고정 데이터 통신망을 통하여 지역간에 메시지를 전송하여 수신 시스템에서 접수 처리하는 기법이다. 제안된 기법은 서버가 이동할

Propagation delay between nodes

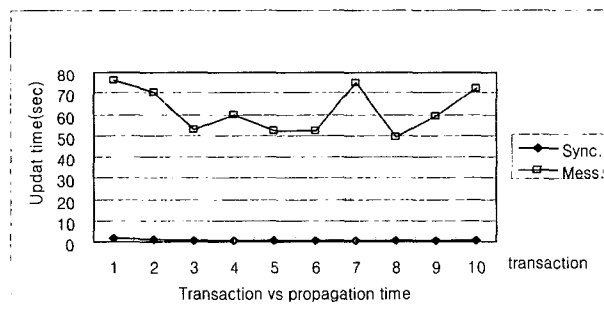


(그림 9) 갱신전파 시간

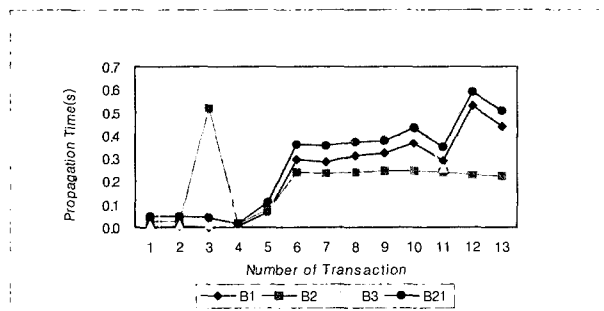
수 있으며 무선이동데이터 통신망을 통하여 변경된 데이터를 전파하고 수신한 이동 시스템의 사용자들에게 데이터를 제공하여 정보를 공유하도록 한다. 여기서 우리는 동기화 기법을 이용한 전파와 고정 시스템에서의 메시지 전송 기법을 실험하여 (그림 10)과 같은 결과를 얻었다. 제안 기법에 의해 이동시스템의 단말기의 위치 데이터를 갱신전파 시 2초 이내 전파되었고 메시지 전송 기법은 전문을 작성 후 전송하여 수신하기까지 1분 18초 이내에 전파됨을 알 수 있다.

(그림 10)의 이동시스템 간 전파기법을 통하여 갱신 전파할 때 전파지연시간을 비교하더라도 훨씬 성능이 우수함을 보여 준다. 데이터의 중요도, 발생빈도, 공유도 등의 특성에 따라 전파 방식을 선택하여 사용할 수 있을 것이다. 제안된 데이터 동기화 기법은 신속성을 요구하거나, 발생 빈도가 높은 경우의 데이터 갱신 전파에 적용하고 기존의 전문전송에 의해 데이터를 갱신/전파하는 전문전송 방법은 시간적인 여유가 있는 경우나 정확성을 요구하는 데이터에 적용하는 것이 바람직할 것이다.

이동 시스템의 확장성은 모든 이동 시스템에서 실행되는 갱신 오퍼레이션의 수에 달려 있다. 이 요소를 분석하기 위해 우리는 50%의 업무 부하도에서 실험을 하였다. 이동 시스템의 서버가 어느 정도 부하에 있는지 또는 주로 읽는 트랜잭션이 있는 경우인지 데이터를 갱신 후 전파하는 데이터량이 많은 상태인지에 따라 다를 수 있다. 확장성은 업무 부하도와 같은 요소들에 의해 다르게 나타날 수 있기 때문이다. 모든 갱신 오퍼레이션들은 모든 이동 시스템에서 이루어지고, 이러한 노드 즉 이동 시스템들이 늘어나는 것



(그림 10) 갱신전파 기법(sync)과 메시지 기법(mess) 간의 데이터 갱신 시간 비교



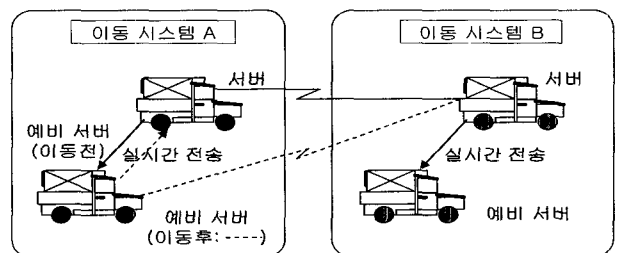
(그림 11) 이동 시스템의 확장성(전파시간)

은 쓰기와 전파 오퍼레이션들의 수가 늘어나는 것이다. 갱신 오퍼레이션이 많이 늘어나면 CPU, 메모리 등의 자원들이 고갈될 수도 있다. 또한, 이동 시스템 수의 증가는 시스템 전체의 성능을 저하시킬 수 있다. 이러한 성능 저하는 서버의 CPU 자원 고갈뿐만 아니라 이동 시스템간의 데이터 통신망 전송능력과도 밀접한 관계가 있다.

전체 이동 시스템을 대상으로 실험하며 한 개의 이동 시스템에서 갱신 오퍼레이션이후 각 이동 시스템에 갱신 전파되는 시간을 ms 단위로 보여주는 것이다. (그림 11)은 이동 시스템 A로부터 B1 그룹, B21까지 증가할 때 데이터 전파지연 시간을 확인하도록 보여준다. 갱신된 데이터는 전체 시스템에 전파되는데 700ms 이내에 전파 종료되어 데이터를 공유할 수 있도록 하였으며 내부적으로 전파경로가 짧은 단계의 그룹은 500ms이내에 데이터 갱신이 종료됨을 볼 수 있다. 또한 각 이동 시스템의 부하도에 따라 갱신 데이터 전파의 지연이 달라질 수 있다. 제안된 기법의 데이터 전파는 빈번이 발생되어 전파되는 경우 확장성이 메시지 전파 방식보다 좋다는 것을 확인할 수 있다. 이것은 전체 구성 시스템을 통하여 갱신 데이터를 전파함으로써 데이터 손실없이 각 이동 시스템의 정보가 동일하게 일치하고 이동 시스템을 확장하여도 잘 적응할 것으로 본다. 그러나 B2의 트랜잭션 수가 3인 경우와 같이 갑자기 전파지연은 서버의 부하 또는 네트워크의 상태로 인하여 전파 지연이 발생할 수 있다.

미 전송 데이터 전파의 성능 실험결과는 다음과 같다. 이동 시스템의 특성상 현재 지역에서 상황에 따라 새로운 지역으로 이동하게 된다. 예비 서버를 탑재한 일부 이동 시스템이 이동하고 개소하는 동안 또는 이동 시스템간 통신체계의 상태가 불안하여 미 전송 데이터가 있을 수 있다.

(그림 12)의 구성도에서처럼 이동 시스템 A는 주 서버와 예비 서버가 있으며 각각의 서버는 전산 쉘터 차량에 탑재하여 운용한다. 이동 시스템 A의 주 서버가 다른 이동 시스템과 서비스를 하며 타 지역으로 이동하게 되는 경우 예비 서버를 먼저 이동한 후 예비 서버가 다른 이동 시스템들과 서비스를 하게 된다. 이동 후 주 서버에서 예비 서버로 전송되지 않은 데이터가 있을 수 있어 상호간 데이터 일치를 위해 전송되지 않은 데이터를 처리하는 실험을 수행하였다. (그림 13)은 주 서버의 전송처리 상태를 측정하는 결과이다. (그림 14)는 예비 서버의 전송처리 상태를 측정하는 결과이다. 이동 시스템 A가 다른 곳으로 이동하게 되었으며 이때 주 서버가 예비 서버로의 데이터 전송은 (그림 14)에서처럼 양호한 상태였다.

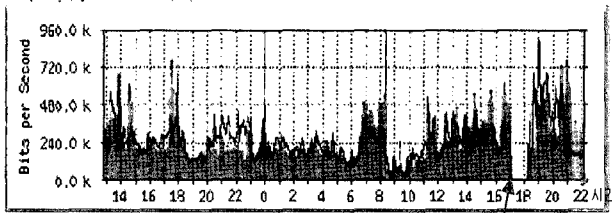


(그림 12) 이동 시스템 이동 전·후 구성도

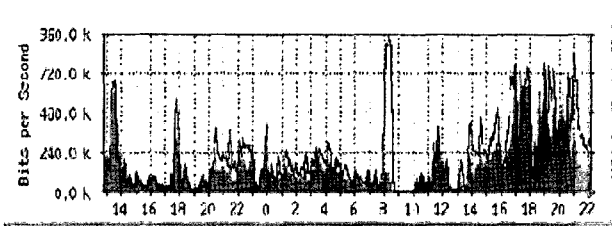
예비 서버는 (그림 14)의 X축에서 보는 바와 같이 08:00 이후 이동하여 목적지에 도착하고 10:00부로 무선 이동 통신체계(이동 기지국)와 분배장치를 연결한다. 분배장치와 연결로 통신을 개통하면 주 서버와 예비 서버 간 데이터를 송수신 한다. 주 서버는 (그림 14)의 X축에서 빈 공간을 보여 주듯이 17:00이후 통신이 단절된 상태에서 이동하여 새로운 목적지에 도착하고 18:30이후 예비 서버로 전환된다.

예비 서버가 새로운 지역으로 이동 완료 후 무선 이동통신체계의 분배장치(DU)와 VHF간의 개통을 위해 올바른 안테나 설치 등 기술능력이 요구된다. 용량이 큰 화일은 운용간에 일정한 주기별로 전파를 하여 시스템 이동 후 서비스 개소를 위해 짧은 시간을 화일 전파하는데 사용하지 않고 데이터베이스 자료 일치를 위한 시간을 보장하여야 한다.

(그림 15)에서 보여주는 것은 예비 서버가 이동하는 동안 주 서버의 레지에 저장된 데이터의 현황이다. 전송할 데이터 건수 2,018건, 데이터 크기 3,702KBytes로 우선순위가 1인 데이터는 172KBytes이며, 우선순위가 2인 데이터는 72KBytes 임을 알 수 있다. 주 서버와 예비 서버간 통신망



(그림 13) 주 서버의 전송 데이터



(그림 14) 예비 서버의 전송 데이터

이동 서버	이동 시간	이동 거리	이동 속도	이동 방향	이동 상태	이동 결과
1	08:00	1000	1000	북	정상	성공
2	10:00	1000	1000	북	정상	성공
3	17:00	1000	1000	북	정상	성공
4	18:30	1000	1000	북	정상	성공

(그림 15) 예비 서버 이동간 Ledger에 저장된 데이터

이 분배장치에 의해 재 연결되어 네트워크가 개통되면 1~2 분 이내에 Ledger내의 데이터가 재전파 완료된다. 따라서 이동 시스템 A에서 2개의 서버간 전송되지 않은 데이터를 모두 전송하고, 전송된 데이터를 처리하여 이동 시스템간의 데이터를 상호 일치시킨 것을 확인하였다.

5. 결론 및 향후연구

이 논문에서는 이동 무선 환경에서 대용량 서버를 포함하고 있는 이동 서버들 간의 데이터 동기화 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 비 실시간으로 동기화를 수행하며 트랜잭션이 발생하여 데이터 갱신이 완료되면 목적지 이동시스템에게 갱신된 데이터를 전파한다. 갱신 데이터 전파를 위한 목적지 이동 시스템 결정은 데이터의 중요도, 시스템에서의 공유도, 그리고 이동 시스템들과의 관계를 고려하여 데이터 전파 경로를 구축하게 된다. 또한 데이터 동기화 필요성이 낮은 데이터를 정제 과정을 통하여 필터링 함으로써 데이터 동기화에 필요한 데이터를 감소시켰다. 우리는 제안한 기법을 검증하기 위하여 실제 대용량 이동 서버를 가지고 있는 군 분야의 전장상황에 적용함으로써 이동하는 서버간의 데이터 갱신 및 전파 시간이 감소되었고 갱신된 데이터가 일치됨을 확인하였다. 제안된 방법을 이동 시스템에 확대 적용할 경우, 경로트리 선정을 위한 최적화 알고리즘과 전파지연에 따른 충돌을 해결할 수 있는 방안을 향후 연구로 진행하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] M. Dahlin, A. Brooke, M. Narasimhan, and B. Porter, "Data Synchronization for Distributed Simulations," <http://www.uxxi.org>, 2001.
- [2] J. Gray, P. Helland, P. O'Neil, and D. Shasha. "The Dangers of Replication and a Solution," Proceedings of the ACM SIGMOD Conference, pp.173-182, Montreal, Quebec, Canada, June 1996.
- [3] Y. Breitbart, R. Komondoor, R. Rastogi, S. Seshadri, and A. Silberschatz, "Update Propagation Protocols for Replicated Databases," Proceedings of the ACM SIGMOD Conference, pp.97-108, Philadelphia, Pennsylvania, USA, May 1998.
- [4] M. Satyanarayanan, "Fundamental Challenges in Mobile Computing," Proceedings of the 15th Annual ACM Symposium on Principles of Distributed Computing, pp.1-7, Philadelphia, Pennsylvania, USA, May 1997.
- [5] G. H. Forman and J. Zahorjan, "The Challenges of Mobile Computing," IEEE Computer, Vol. 27, No.6, pp. 38-47, Apr. 1994.
- [6] A. S. Tanenbaum and M. V. Steen, "Distributed Systems: Principles and Paradigms," Prentice Hall, January 2002.

- [7] 김평중, "이동 컴퓨팅 서비스를 위한 확장된 이동 에이전트 시스템", 충남대학교 박사학위논문, 2000.
- [8] 최미선, 김영국, "이동(Mobile) 데이터베이스 개요 및 연구 현황", 한국정보과학회 데이터베이스연구회, 제17권 3회, 2001년. 9월.
- [9] 김호진, "개인용 컴퓨터 기반에서 데이터 복제기법 적용을 통한 정보유통 개선 방안 연구", - 치상전술 C4I 시범체계 중심으로-, 동국대학교 박사학위논문, 1999.
- [10] D. B. Terry, "Managing Update Conflicts in Bayou, a Weakly Replicated Storage System," 1995.
- [11] K. Petersen, M. J. Spreitzer, D. B. Terry, M. M. Theimer, and A. J. Demers, "Flexible Update Propagation for Weakly Consistent Replication," Proceedings of the 16th ACM Symposium on Operating Systems Principles, pp.288-301, Saint Malo, France, October 1997.
- [12] M. Wiesmann, F. Pedone, A. Schiper, B. Kemme, and G. Alonso, "Understanding Replication in Databases and Distributed Systems," Proceedings of the 20th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS 2000), pp.464-474, Washington D.C. USA, April 2000.
- [13] C. M. Ennett, M. Frize, C. R. Walker, "Influence of Missing Value on Artificial Neural Network Performance," Proceedings of Medinfo 2001, pp.449-453, London, U.K., Sep. 2001.



김 은 희

e-mail : ehkim@dblab.chungbuk.ac.kr

2001년 삼척대학교 정보통신공학과 (공학사)

2003년 충북대학교 대학원 전자계산학 전공(이학석사)

2003년~현재 충북대학교 전자계산학과 박사 수료

관심분야: 접근제어, 네트워크 침입 탐지 시스템, 무선 센서네트워크 보안



최 병 갑

e-mail : echoipower@paran.com

1987년 금오공과대학교 전산학과(공학사)

1995년 미국 머레이 주립대학교 산업공학과(공학석사)

1995년~1997년 육군사관학교 전산학과 (전임강사)

2006년 충북대학교 전자계산학과(이학박사)

2001년~현재 방위사업청 지상지휘통제체계사업팀 근무

관심분야: 모바일 컴퓨팅, 정보보호, 데이터마이닝



이 응 재

e-mail : eungjae@dblab.chungbuk.ac.kr

1994년 충북대학교 컴퓨터학과(이학사)

1996년 충북대학교 대학원 전자계산학 전공(이학석사)

2001년~현재 충북대학교 대학원 전자계산학과 박사과정

관심분야: 시공간 데이터베이스, 이동객체 데이터베이스, LBS, 지리정보 시스템



류 근 호

e-mail : khryu@dblab.chungbuk.ac.kr

1976년 숭실대학교 전산학과(이학사)

1980년 연세대학교 대학원 전산전공 (공학석사)

1988년 연세대학교 대학원 전산전공 (공학박사)

1976년~1986년 육군군수 지원사 전산실(ROTC 장교), 한국전자통신연구원(연구원), 한국 방송대 전산학과(조교수) 근무

1989년~1991년 Univ. of Arizona Research Staff (TempIS 연구원, Temporal DB)

1986년~현재 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수

관심분야: 시간 데이터베이스, 시공간 데이터베이스, Temporal GIS, 유비쿼터스 컴퓨팅 및 스트림 데이터 처리, 지식기반 정보검색 시스템, 데이터마이닝, 바이오 인포매틱스