

이동 컴퓨팅 환경에서 분산 이질 정보 통합을 위한 이동 트랜잭션 모델

최정현*, 최미선*, 김영국*, 진성일*, 박중기**

*충남대학교 컴퓨터학과

**한국전자통신연구원

e-mail : {leonardo, mschoi, ykim, sijin}@cs.cnu.ac.kr, jkp@etri.re.kr

Mobile Transaction Model for Integrating Heterogeneous Distributed Information in Mobile Computing Environment

Jung-Hyun Choi*, Mi-Seon Choi*, Young-Kuk Kim*, Seong-Il Jin*, Joong-Ki Park

*Dept. of Computer Science, Chungnam National University

**Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

이동 통신 기술의 발전은 사용자로 하여금 이동 중에도 정보를 공유할 수 있는 토대를 제공하였다. 하지만, 이동 컴퓨팅 환경에서 기존의 유선 환경에서와 같은 수준의 서비스를 제공하기 위해서는 이질적이며 분산되어 있는 다수의 정보 자원을 사용할 수 있어야 한다. 따라서, 고정된 네트워크 상의 상호 이질적인 데이터베이스에 접근하여 이동 컴퓨팅 환경의 특성에 맞게 정보를 효과적으로 처리할 수 있는 트랜잭션 모델 및 표준화된 아키텍처에 관한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 표준 미들웨어에 기반 하여 위와 같은 요구사항을 만족시키는 이동 트랜잭션 모델을 제시하였다.

1. 서론

휴대용 컴퓨터 및 이동 통신 기기의 대중화와 무선 통신의 급속한 발전으로 인해 사용자들이 언제 어디서나 원하는 정보를 얻을 수 있는 이동 컴퓨팅(mobile computing)시대가 도래하게 되었다.

일반적으로 이동 컴퓨팅 환경의 네트워크는 다수의 고정 호스트 및 이동 호스트들로 구성된다. 고정 호스트는 사용자에게 다양한 정보를 제공하기 위해 자체적인 지역 데이터베이스 시스템을 가지고 있다[1]. 이러한 지역 데이터베이스 시스템은 논리적으로 기존의 분산 이질 환경에서 운영되어진다. 또한, 무선 통신에 있어서 대역폭 및 이동 호스트의 전력 제한 등의 특징으로 인해 이동 호스트가 접속단절되는 경우가 빈번히 발생할 수 있으며, 자체의 제약된 자원으로 인해 에너지를 절약하거나 통신 비용을 줄이기 위해 의도적으로 통신을 단절시킬 수 있다.

이와 같은 이동 컴퓨팅 환경의 특성에 따라, 기존

의 유선 환경에서 분산된 정보의 통합 및 관리를 위해 개발되어진 표준 미들웨어(middleware)를 확장하여 이동 컴퓨팅 환경에서도 적절히 사용할 수 있어야 한다[2]. 또한, 이동 호스트에서 수행되는 이동 트랜잭션(mobile transaction)의 적절한 지원을 위해, 일시적인 접속단절뿐만 아니라, 계획적인 접속단절 상태에서 데이터에 대한 연산을 수행하고자 할 때에도 이동 호스트 자체에서 이동 트랜잭션이 처리되고 커밋될 수 있는 지역적인 자치성(local autonomy)을 제공해야만 한다.

본 연구에서는 이동 컴퓨팅 환경에서의 분산 이질 정보 통합을 위해 필요한 트랜잭션 모델과 시스템 아키텍처를 분석하고 이동 트랜잭션 모델에서 이동 호스트의 지역 자치성을 제공하기 위한 요구사항에 대해 살펴본다. 또한, 이 두 가지 측면을 모두 고려한 새로운 이동 트랜잭션 모델 및 시스템 아키텍처를 소개한다.

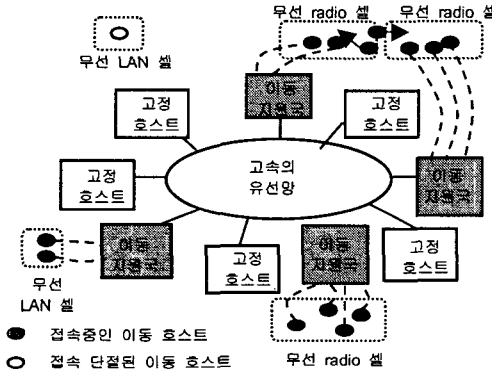
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 이동

컴퓨팅 환경의 전반적인 개요 및 이동 트랜잭션의 특징에 대해 기술한다. 3 장에서는 2 장에서의 기술된 특성을 갖는 이동 트랜잭션 모델들에 대해 분석한다. 4 장에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 분산 이질 시스템의 통합을 제공하는 트랜잭션 모델 등에 관한 기존의 연구를 살펴본다. 5 장에서는 3 장과 4 장의 내용을 기반으로 이동 호스트에서의 접속단절 연산을 지원하는 트랜잭션 처리 구조와 이를 지원하는 미들웨어 구조를 제안한다. 6 장에서는 결론을 맺고 향후의 연구 방향에 대해 언급한다.

2. 이동 컴퓨팅 환경

2.1 이동 컴퓨팅 환경의 개요

이동 컴퓨팅이란 PDA, 노트북 등과 같은 컴퓨터들이 셀룰러(cellular), 무선 LAN, 위성 서비스 등의 무선 접속을 통해 정보망과 연결되어 있는 환경을 말한다.



[그림 1] 이동 컴퓨팅을 위한 네트워크 구조

현재 널리 이용되고 있는 이동 컴퓨팅 환경의 시스템 구조는 [그림 1]과 같이 이동 호스트(Mobile Host), 이동 지원국(Mobile Support Station), 그리고 고정 호스트(Fixed Host)로 이루어져 있다. 이동 지원국은 이동 호스트의 위치와 연결을 관리하는 역할을 한다. 각 이동 지원국은 셀(cell)이라는 주어진 지리적 또는 논리적인 영역내의 모든 이동 호스트들을 관리한다.

이와 같은 무선 통신망에서의 컴퓨팅 환경은 유선망에서의 컴퓨팅 환경과 비교하여 다음과 같은 물리적 특성을 가진다.

첫째, 무선 통신의 제한된 대역폭(bandwidth)에 의한 잦은 접속단절이 발생한다. 둘째, 이동 컴퓨터의 빈번한 이동에 따른 위치 관리 및 이질성의 문제가 생긴다. 셋째, 이동 컴퓨터의 전력 사용 제약에 의한 의도적인 접속단절이 있을 수 있다.

위의 문제점들을 해결하기 위해 기존의 전통적인 분산 시스템에서의 기법을 적용할 경우, 제한된 무선 통신 대역폭으로 인한 트랜잭션 철회(abort)율 증가, 사용자의 이동성에 의한 위치 관리(location management), 위치 기반 질의 처리(location-dependant query processing), 지역 네트워크 및 정보시스템의 이질성(heterogeneity) 처리 문제 등의 문제가 발생할 수 있다.

따라서, 위의 문제점을 해결하기 위해서는 네트워크 환경의 변화에 대응할 수 있어야 하며, 다양한 정보시스템에 따르는 다중 플랫폼 및 위치 투명성을 지원할 수 있어야 한다. 또한, 데이터와 응용 프로그램의 이동을 제공할 수 있어야 한다.

이러한 요구사항을 해결할 수 있는 대안 중 하나가 이동 데이터베이스 시스템을 사용하는 것이다. 이동 중에 고정 호스트의 데이터를 검색하고 지역 데이터베이스에 저장하며 관련 업무 처리를 할 수 있는 시스템이 바로 이동 데이터베이스 시스템이다. 이동 데이터베이스는 기본적으로 서버 데이터베이스가 제공하는 데이터의 일부를 복제하여 사용한다. 앞서 언급한 서버측 정보시스템의 이질성을 고려해 볼 때, 이동 데이터베이스를 채택한 시스템에서는 서버 데이터베이스의 자료를 동일한 매커니즘에 기반하여 통합되어 공유될 수 있도록 해야 한다.

2.2 이동 컴퓨팅 환경에서 트랜잭션 처리의 특성

이동 컴퓨팅 환경의 물리적인 특성들은 유선망에 연결된 데이터베이스 서버와 이동 컴퓨터 사용자 간의 트랜잭션 처리에도 많은 영향을 미친다. 이동 컴퓨팅 환경에서 수행되는 이동 트랜잭션의 특징은 다음과 같다[3].

첫째, 잦은 접속단절, 고가의 통신 비용은 장기 실행 트랜잭션(long-lived trasaction)을 유발한다. 둘째, 무선 통신 매체의 특성상 자주 발생하게 되는 접속단절 및 이동 컴퓨터의 파손, 분실 등에 의한 트랜잭션의 실패 확률이 많이지게 된다. 셋째, 이동 중인 이동 컴퓨터의 위치가 변함에 따라 트랜잭션에 연관된 재배치(relocation) 문제가 발생한다.

따라서, 이동 컴퓨팅을 위한 트랜잭션 모델은 사용자에게 무선 네트워크의 연결 상태에 관계없이 투명한(transparent) 서비스를 제공하기 위해서, 이동 컴퓨터의 트랜잭션 처리에 있어서 접속단절시에도 트랜잭션을 계속 수행 할 수 있는 어느 정도의 자치성을 가지고 있어야 한다. 더불어, 접속단절시의 연산 수행으로 인해 문제가 되는 고정 호스트의 데이터베이스에 저장되어 있는 원본 데이터와 이동 컴퓨터의 데이터베이스에 저장되어 트랜잭션 처리에 사용되고 있는 데이터간에 일관성이 보장되어야 한다.

3. 이동 트랜잭션 처리 모델

이동 컴퓨터는 네트워크와 간헐적인 접속 상태를 가진다. 따라서, 접속단절 동안 이동 호스트의 자치적인 연산을 의미하는 접속단절 연산을 위한 트랜잭션 모델에서의 지원이 매우 중요하다. 이 장에서는 접속단절을 지원하는 이동 트랜잭션 모델에 관해 살펴보도록 하겠다.

[4]에서 제안된 2 단계 중복(two-tier replication) 기법은 이동 노드에는 중복 데이터에 대한 마스터(master)와 임시(tentative) 버전의 2 가지 버전이 존재한다. 마스터 버전은 사이트가 연결되었을 때 받았던 가장 최근의 값을 유지한다. 임시 버전은 지역적으로 발생한

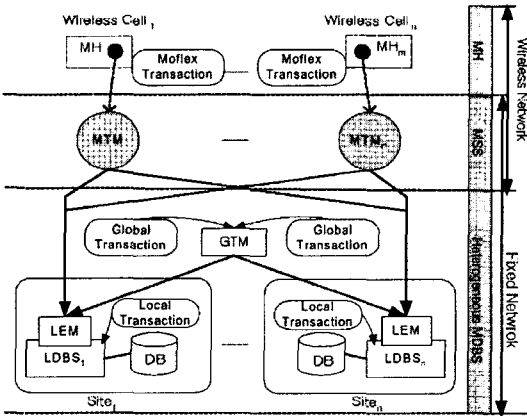
변경 내용을 유지한다. 트랜잭션도 2 가지 종류가 존재한다. 임시 트랜잭션은 지역적인 임시 데이터에서 실행되고 임시 데이터를 생성한다. 베이스(base) 트랜잭션은 마스터 데이터베이스에서만 실행되고 마스터 데이터를 생성한다. 베이스 트랜잭션에는 연결된 사이트들만이 관련된다. 재접속시 임시 트랜잭션은 베이스 트랜잭션으로써 다시 처리된다. 만일 응용에서 지정한 수락(acceptance) 기준을 만족하지 못하면, 철회되고 메시지가 이동노드로 반환된다.

단편화 기법[5]에서는 고정 네트워크에 존재하는 큰 객체의 마스터 원본이 작은 물리적인 단편으로 나누어지고 원본으로부터 논리적으로 제거되어 이동 호스트에 적재된다. 이동 호스트에 전달된 물리적인 단편들은 이동 호스트에 있는 트랜잭션들에 의해서만 접근 가능하고 마스터본의 나머지 부분들은 모든 호스트들이 접근 가능한 상태가 된다. 유형에 따른 병합(type-specific merge) 프로시저가 단편들을 단일 복사본(single copy)으로 다시 모으기 위해 실행된다.

4. 이동 컴퓨팅 환경에서 이질 정보 통합

이 장에서는 이동 컴퓨팅 환경에서의 분산 이질 정보 자원의 통합을 위해 이동 트랜잭션 및 미들웨어 기반 아키텍처에 관한 연구 중 주목할만한 두 가지를 소개한다.

4.1 Moflex 모델 [1]

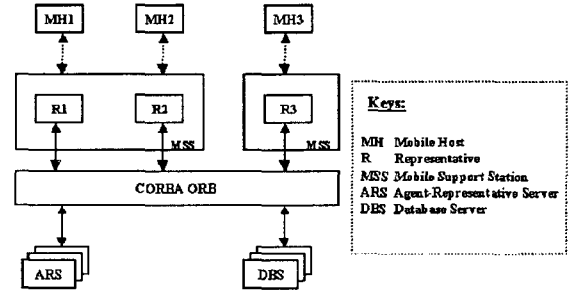


[그림 2] Moflex 트랜잭션 모델에서의 이동 이질 다중 데이터베이스 시스템의 구조

[그림 2]는 Moflex 트랜잭션 모델이 가정하고 있는 이질 다중데이터베이스시스템의 구조이다. Moflex 트랜잭션 모델은 이질 다중데이터베이스 시스템을 위해 제안된 Flexible 트랜잭션 모델을 기반으로 하여 설계된 트랜잭션 모델이다. Moflex 트랜잭션은 이질 다중 데이터베이스 시스템을 지원하게 위해 사용자로 하여금 금 부트랜잭션의 보상가능여부, 성공-의존성, 실패-의존성 등과 같은 실행 의존성을 정의하도록 하고 있다. 또, 시간, 비용, 위치 등에 요소에 의해 외부 의존성을 정의하는 것으로써 트랜잭션의 융통성을 제공한다. 또, 핸드오버를 제어하기 위한 구조도 수용하였다.

4.2 CRAS 아키텍처[2]

CRAS 는 이동 컴퓨팅 환경에서 위치 및 질의 처리를 다룰 수 있는 구조를 가진 미들웨어 기반 아키텍처이다. CRAS 아키텍처는 [그림 3]과 같다.



[그림 3] CRAS 아키텍처의 개요

각각의 이동 호스트들과 일대일의 관계를 가지고 있는 표현계층(R)은 에이전트의 도움을 받아 이동 호스트로부터의 질의를 처리한다. 각각의 표현계층(R)은 에이전트의 집합으로 구성되어 있으며 다른 여러 에이전트들과 협동하기 위한 매커니즘으로 구성되어 있다. 서버측에는 데이터베이스 서버와 에이전트 표현계층 서버(ARS)로 나뉘어진다. 데이터베이스 서버는 에이전트와 지역 사용자로부터의 질의에 대해 응답하는 기능을 하며, 에이전트 표현계층 서버는 이동 호스트의 홈서버 역할을 하는 동시에 표현계층이 요청하는 중개 에이전트(IA) 집합을 유지하는 기능을 한다. 이 시스템에서는 다른 컴포넌트들과의 통신수단으로 CORBA ORB 를 사용한다.

5. 분산 이질 정보 통합을 위한 이동 트랜잭션 모델

5.1 확장된 단편화 모델

3 장에서 살펴본 이동 트랜잭션 모델 중 타 객체와의 종속성이 존재하지 않을 때만 분할 및 재결합이 가능한 단편화 모델의 문제점을 개선하여 다른 객체와의 종속성이 존재하더라도 어느 정도 충돌을 허용하면서 이동 호스트에서 자치적인 연산 수행을 가능하게 하고 재결합시 접속단절 동안 발생한 조정 작업을 수행하는 확장된 단편화 모델을 제안한다.

5.1.1 체크아웃 객체

체크아웃 객체는 단편화 모델의 단편화 가능 객체와 유사한 특징을 가지는 주객체(primary-object)와 주객체와 종속관계를 가지는 부객체(subsidiary-object)로 나뉘어진다.

체크아웃 주객체(Checkout Main-Object)는 다수의 클라이언트에 분산되어 연산되는 겹쳐지지 않는 단편(disjoint fragment)으로 나뉘어서 각 사이트에서 독립적으로 연산되고 의미적으로 일관성 있게 재결합될 수 있는 객체이다. 체크아웃 부객체와의 종속 관계에 의한 간접충돌이 발생할 수 있다.

체크아웃 부객체(Checkout Subsidiary-Object)는

체크아웃 주 객체의 단편에 대한 트랜잭션 수행시 임기 참조되는 객체를 말한다. 체크아웃 주객체와 함께 캐쉬되며, 임기전용으로만 사용된다. 동시에 여러 클라이언트에 부객체로 캐쉬될 수도 있다.

트랜잭션은 크게 독립 트랜잭션과 참조 트랜잭션으로 나눈다. 독립 트랜잭션은 체크아웃 주 객체만을 대상으로 하기 때문에 서버의 어떠한 객체와도 임기 종속관계가 존재하지 않는다. 참조 트랜잭션은 체크아웃 주객체에 대한 트랜잭션 수행시 서버에 존재하는 임의의 객체와 임기종속 관계가 존재하게 된다.

5.1.2 체크아웃 / 체크인 연산

이동 호스트는 서버 데이터베이스로부터 접속단절시의 연산에 필요한 객체의 단편을 체크아웃 하고자 할 때 (체크아웃 주객체 이름, 체크아웃 주객체의 단편화 선정 기준, 체크아웃 부객체 리스트)에 대한 정보를 함께 서버에 제출한다. 서버는 데이터베이스에서 주객체로써 체크아웃 할 해당 객체를 체크아웃 주객체 단편화 선정 기준에 따라 분할하여, 이 단편과 임기 종속 관계에 있는 체크아웃 부객체들의 사본과 함께 이동 호스트로 전송한다.

체크인 연산은 이동 호스트가 체크아웃 연산을 통해 자신의 지역 데이터베이스에 복사하여 연산을 수행하였던 체크아웃 주객체의 단편을 서버 데이터베이스에 통합하는 과정이다.

5.1.3 체크아웃 객체의 일관성 유지 규약

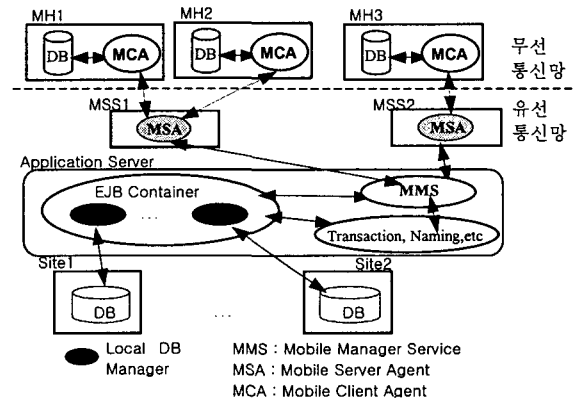
체크아웃/체크인 모델에서의 일관성 유지 방법은 2 단계로 나누어지게 된다. 일관성 유지 1 단계는 임의의 객체가 체크아웃 부객체로써 이동 클라이언트에 캐쉬되어진 이후에 서버에서 이 객체에 대한 갱신 트랜잭션이 발생할 경우, 접속단절 상태에 있는 이동 호스트를 제외한 나머지 이동 호스트들이 보유하고 있는 체크아웃 부객체의 중복 사본을 일치 시키는 단계이다. 일관성 유지 2 단계는 서버와 접속이 단절되어 1 단계의 일관성 유지 작업에서 제외되었던 임의의 클라이언트가 서버와 재연결되었을 때, 사후 일관성 조정을 실행하는 단계로 서버에 재접속 되었을 때, 그동안 발생했던 충돌을 해결하는 작업이 필요하다.

5.2 분산 이질 정보 통합을 위한 시스템 구조

확장된 단편화 모델을 수용하고 이질적인 정보 자원을 통합하기 위한 시스템 아키텍처는 [그림 4]와 같다. 접속단절 연산을 지원하기 위해 이동 호스트와 이동 지원국에 에이전트를 두었으며, 분산된 서버측 데이터베이스의 데이터에 대한 통합된 뷰(view)를 제공하기 위해서 J2EE 에서 제안한 EJB 모델을 사용하였다.

MCA 는 이동 데이터베이스 정보 유지를 위한 에이전트로서, 서버 데이터베이스로부터 데이터를 체크아웃/체크인 할 때 관련 정보를 관리하고 이동 지원국의 MSA 와 인터페이스 하는 역할을 담당한다. MSA 는 자신의 셀에 있는 이동 호스트의 접속 상태를 판단하여 일관성 조정작업의 수행을 관리하며, MCA 로부터

의 체크아웃/체크인 요청을 받아들여 MMS 에 전달하고, 이동 호스트의 이동을 탐지하여 그것의 접속단절 연산에 관한 정보를 해당 MSA 에 보낸다. MMS 는 체크아웃/체크인 관련된 모든 요청을 MSA 로부터 받아들인다. 이 요청을 분석하여 EJB container 내에 EJB 인스턴스로 존재하는 각각의 지역 데이터베이스 매니저(Local DB Manager)를 통해 해당하는 데이터를 체크아웃/체크인 한다. 또, 각각의 지역 데이터베이스 매니저로부터 이동 데이터베이스로 캐쉬된 데이터의 변경사항을 전달받아 이동 호스트가 존재하는 셀의 MSA 로 보낸다.



[그림 4] 분산 이질 정보 통합을 위한 시스템 아키텍처

6. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 무선 통신의 특성에 의한 접속단절 문제를 극복할 수 있는 이동 트랜잭션 모델을 바탕으로 서버측의 분산 이질 정보들을 효과적으로 통합할 수 있는 미들웨어 아키텍처에 대한 연구를 수행하였다.

향후에는 본 논문에서 제시된 이동 트랜잭션의 실행 규칙 및 일관성 유지 프로토콜 등을 구체화하며, EJB 기반의 전체적인 트랜잭션 수행 구조를 설계한다. 또한, 이동 데이터베이스의 중요한 이슈인 사용자의 이동성에 의한 위치 관리 문제에 관한 연구를 수행하여 본 연구결과와 통합하는 작업이 필요하다.

참고문헌

[1] Kyong-I Ku and Yoo-Sung Kim, Moflex Transaction Model for Mobile Heterogeneous Multidatabase Systems, Proceedings of IEEE 10th International Workshop on Research Issues in Data Engineering, 2000
 [2] Niki Pissinou, Kia Malki, Birgina König-Ries: A Middleware-based Architecture to Support Transparent Data Access by Mobile Users in Heterogeneous Environments. Proceedings of the 10th International Workshop on Research Issues in Data Engineering, 1998.
 [3] Pitoura, E, and Bhargava, B. Revisiting Transaction Concepts for Mobile Computing. In first IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 1994
 [4] J.Gray, P.Helland, P.O'Neil, and D. Shasha. The Dangers of Replication and a Solution. In Proceedings of the ACM SIGMOD Conference, 1996
 [5] G. Wallborn and P.K. Chrysanthis. Supporting Semantics-Based Transaction Processing in Mobile Database Application. In Proceedings of the 14th Symposium on Reliable Distributed Systems, 1995