

# 이동 컴퓨팅 환경하의 연결 상태를 기반으로 한 적응적 캐쉬 유지 기법

## (Adaptive Cache Maintenance Scheme based on Connection States in Mobile Computing Environments)

남 성 현<sup>†</sup>    조 성 호<sup>†</sup>    황 종 선<sup>\*\*</sup>

(Sung Hun Nam) (Sung Ho Cho) (Chong Sun Hwang)

**요 약** 이동 컴퓨팅 환경에서 이동 호스트의 캐쉬 유지를 위한 정보 전송 기법에는 브로드캐스팅을 기반으로 한 무효화와 전파 기법이 있다. 기존 연구들은 일반적으로 제한된 통신 대역폭과 잦은 접속단절 상태에 적용할 수 있는 무효화 기법을 제안한다. 그러나 사용빈도가 높은 공유 데이터에 대한 무효화는 이동 호스트의 빈번한 캐쉬 요청을 발생시킨다. 전파 기법은 캐쉬 요청은 감소시킬 수 있지만, 잦은 부분 단절 및 접속단절 상태에서 메시지 파손 및 분실 가능성이 높아 시스템 성능을 저하시킨다.

이 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 무선 네트워크의 연결 상태에 따라 무효화와 전파 메시지의 브로드캐스팅 비율을 동적으로 조절하는 적응적 캐쉬 유지 기법을 제안한다. 제안한 기법은 네트워크가 안정된 연결 상태를 유지할 때는 전파 메시지를 브로드캐스팅하여 캐쉬 요청을 감소시키고 서버의 응답시간을 단축시킨다. 잦은 부분단절 및 접속단절이 발생하여 가용 통신 대역폭이 감소하면, 점차적으로 무효화 메시지의 브로드캐스팅 비율을 늘려 메시지의 파손 및 손실 확률을 최소화한다. 따라서 제안한 기법은 기존의 두 기법이 이동 컴퓨팅 환경에서 가지는 문제점을 해결하였다.

**Abstract** In mobile computing environments, invalidation and propagation method based on broadcasting is used to transmit the information for cache maintenance of mobile hosts. Previous researches generally adopted invalidation method that easily adapts to the limited network bandwidth and the frequent disconnection. But the invalidation of frequently accessed data causes the contention on the wireless network with the increasing cache requests. Although the propagation method can reduce the cache requests, the high probability of broken message or loss of message is the main factor that degrades the system performance.

To resolve these problems, we propose adaptive cache maintenance scheme that dynamically adjusts the broadcasting ratio of invalidation and propagation, according to the wireless network connection states. The proposed scheme broadcasts the propagation message in stable connection state, so it can reduce the cache requests and server response time. With the decreasing available network bandwidth by the frequent partial disconnection and disconnection, the proposed scheme dynamically increases the broadcasting ratio of the invalidation messages to minimize the broken message or the loss of message probability. Consequently, the proposed scheme resolves the problems which arise in the invalidation or propagation method in mobile computing environments.

### 1. 서 론

이동 컴퓨팅 환경은 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 첫째, 무선통신을 사용함으로써 통신 대역폭(bandwidth)이 제한되어 송·수신되는 데이터의 양에 제약이 가해지며, 전송매체로서 공기의 사용은 외부간섭(기후, 전파간섭, 지형)에 의한 데이터의 파손 및 분실 가능성을 증가시킨다. 둘째, 이동 호스트(mobile host)의 빈번

<sup>†</sup> 학생회원 : 고려대학교 컴퓨터학과  
shnam@disys.korea.ac.kr  
zoch@disys.korea.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 종신회원 : 고려대학교 컴퓨터학과 교수  
hwang@disys.korea.ac.kr

논문접수 : 1999년 6월 2일  
심사완료 : 2000년 1월 31일

한 이동 및 잦은 접속단절은 한 셀(cell)내의 이동 호스트들에 대한 정확한 위치와 연결 상태에 대한 정보의 유지를 어렵게 한다. 셋째, 이동 컴퓨팅 환경에서의 이동 호스트는 유선 네트워크 환경에서의 시스템에 비해 전력 사용에 있어 매우 제한적이다[1,2,6,9,14].

이러한 문제점에도 불구하고 많은 휴대용 컴퓨터의 보급과 통신 기술의 발달은 이동 컴퓨팅 환경에 급속한 변화를 가져오고 있다. 이러한 변화 중 중요한 한가지의 예를 들면, 여러 종류의 상품을 영업사원들을 통해 판매하는 대리점의 경우, 상품의 재고 및 판매현황을 영업마감시간이 되기 전에 영업사원들이 대리점으로 돌아와서 계약현황을 종합 보고함으로써 파악 할 수 있었다. 그러나 체계적인 재고관리와 개인별 영업실적 관리는 영업의 필수 요소이다. 따라서 관리자는 휴대용 노트북과 발달된 무선통신이 결합된 이동 컴퓨팅 환경을 통하여, 시간대별 재고현황 및 영업실적을 관리함으로써 경쟁력 향상을 원하게 될 것이다. 이러한 가정은 사회 어느 분야에나 적용이 가능하며, 이동 컴퓨팅 환경의 급속한 발전은 데이터의 수집과 공급에 대한 이동성을 더욱 향상 시켜나갈 것이다.

데이터의 수집과 공급의 이동성 향상은 기존의 유선 네트워크 환경이나, 제한된 무선 데이터 통신에 비해 데이터 갱신을 위한 트랜잭션(update transaction) 비율을 증가시킬 것이다. 갱신을 위한 트랜잭션 비율의 증가는 제한된 통신 대역폭, 잦은 접속단절 상황과 함께 캐쉬일관성 유지와 데이터 전송에 관한 많은 문제점 발생시킬 것이다. [3,4,5,8,10,16]에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 브로드캐스팅(broadcasting)을 기반으로 한 여러 가지 캐쉬 유지 기법을 제안하였으며, 이동 컴퓨팅 환경 하에서는 브로드캐스팅을 사용하지 않는 캐쉬 기법보다 브로드캐스팅을 사용하는 기법이 우수함을 증명하였다.

이 브로드캐스팅을 기반으로 한 캐쉬 유지 기법은 두 가지로 대표 될 수 있다. 첫 번째, "제한된 통신 대역폭과 잦은 접속단절(frequent disconnection) 상황에서 데이터 손실 및 파손을 줄이기 위해 갱신된 데이터 내용을 전송하는 것보다는 무효화(invalidation)를 위한 제어정보를 전송하는 기법", 두 번째, "제한된 통신 대역폭과 이동 호스트의 전력 사용량을 고려하여 전송 메시지 수를 줄일 수 있는 리포트(report) 기법"이다. 그러나 사용 빈도가 높은 공유 데이터의 무효화는 이동 호스트들의 빈번한 캐쉬 요청으로 데이터 및 무선 네트워크에 대한 점유경쟁을 높게 된다. 이를 리포트 형태로 작성하여 브로드캐스팅을 할 때에는 클라이언트의 캐쉬 데이터에 대한 갱신을 지연 시켜 철회(abort)율을 증가

시키게 되고, 잦은 접속단절 시 메시지 파손 및 손실이 빈번하게 된다. 이러한 이유로 리포트 기법은 주로 읽기-전용 트랜잭션(read-only transaction)환경에서 연구되어지고 있다. 따라서 많은 데이터 갱신을 위한 트랜잭션을 가정하고 있는 이 연구의 다음 장에서부터는 리포트 기법은 더 이상 논의되지 않을 것이다.

이 논문에서는, 기존의 논문들로부터 이동 컴퓨팅의 보편적 특성은 제한된 통신 대역폭과 빈번한 이동 및 잦은 접속단절이며, 하나의 시스템은 완전 연결로부터 다양한 정도의 부분단절 및 완전단절 상태를 불규칙하게 반복한다고 가정하였다. 이러한 가정을 바탕으로 무효화 기법과 리포트 기법이 가지는 문제점을 해결할 수 있는 캐쉬 데이터 유지 알고리즘을 제시하였다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 연구 및 문제점을 파악한다. 3장에서는 이 논문에서 제안한 알고리즘의 제안 동기와 주요 알고리즘들을 설명한다. 4장에서는 성능 평가를 통해 무효화 및 전파 기법과 이 논문에서 제안한 적응적 캐쉬 유지 기법을 비교한다. 마지막으로 5장에서는 이 논문에 의한 성과에 대하여 논한다.

2. 기존 연구에 대한 고찰

유선 네트워크 환경에서 고정 호스트(fixed host)는 네트워크의 나머지 부분들과의 관계에서 두 가지 상태 중에서 한 가지로 나타낼 수 있다. 즉, 연결 또는 단절 상태중의 하나이다. 그러나 무선 환경에서는 이 상태가 여러 가지 형태로 나타날 수 있다는 것을 그림 1을 통해 볼 수 있다[14].

연결의 정도는 통신 대역폭의 가용성(availability)과 관련된 것이다. 이동 호스트는 고정 호스트와 단절 또는

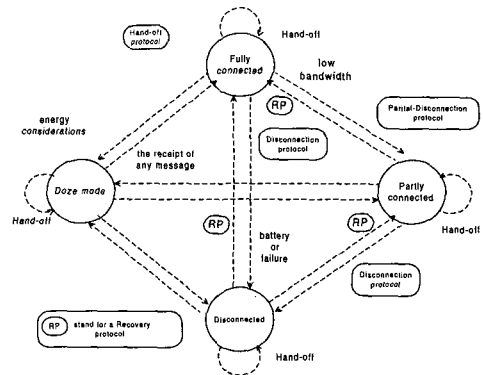


그림 1 이동 호스트의 운영 모드(mode)

부분적인 단절 상태 하에서도 연산을 수행할 능력이 있어야만 한다. 이동 호스트는 단절 상태 하에서는 독자적인 연산 수행 능력을 가져야 하며, 부분단절(partial disconnection)상태 하에서는 그 상태에 맞추어 고정 호스트와의 연결 상태를 지속하며 연산을 계속 수행할 수 있어야 한다.

제한된 통신 대역폭에 대한 부하를 감소시키고 이동 호스트의 자치성 향상을 위해 사용 빈도가 높은 데이터들에 대해 캐쉬(cache)가 사용되어질 수 있다. 캐쉬 기법이 사용되어지기 위해서는 캐쉬 데이터에 대한 갱신(update)이 이루어졌을 때, 캐쉬 데이터를 가진 나머지 이동 호스트들에 알려주기 위한 메커니즘이 필요하다.

이동 컴퓨팅 환경에서의 기존 연구들은 캐쉬 일관성 유지에 있어 메시지 전송 횟수가 많은 비관적인 방법보다는 낙관적인 방법, 넓은 통신 대역폭이 소요되고 외부 간섭에 약한 전파 기법보다는 작은 통신 대역폭이 소요되고 외부 간섭에 강한 무효화 메시지를 브로드캐스팅 하는 기법을 제시하고 있다.

기존 연구들의 내용을 간략히 살펴보면: 이동 호스트는 캐쉬와 트랜잭션 일괄처리(batched transaction) 기법을 사용함으로써 통신 부하를 줄일 수 있다[13]. 무선통신채널을 통하여 지구국과 약한 연결 상태를 가진 많은 수의 이동 호스트들에 변경된 데이터에 대한 정보를 전송하는 데에는 브로드캐스팅이 가장 효율적인 방법이다[10]. 이동 컴퓨팅 환경에서 캐쉬는 제한된 통신 대역폭을 가진 무선통신채널에 대한 점유경쟁을 감소시키며, 질의에 대한 응답 시간을 단축 시켜준다. 이동 호스트가 지구국에 읽기 잠금(lock)을 요청하지 않고 지역적으로 읽기를 시행하려면, 지구국은 데이터의 갱신 정보를 이동 호스트들에 브로드캐스팅 함으로서 캐쉬 일관성을 유지 시켜 주어야 한다[8]. 잦은 접속단절의 경우 가장 좋은 캐쉬 무효화 기법은 압축메시지(signature)를 사용하는 것이며, 연결 상태가 지속적으로 안정적인 경우에는 갱신된 데이터들에 대한 무효화 리포트의 주기적인 브로드캐스팅이다[3].

이동 컴퓨팅 환경의 장점은 전송매체로서 유선이 아닌 공기를 사용함으로써 데이터에 대한 정보를 각 이동 호스트에 브로드캐스팅 할 수 있다는 것이다. 이동 컴퓨팅 환경에서 브로드캐스팅이 가지는 의미를 유선 네트워크 환경과 비교하여 설명하면, 브로드캐스팅을 위해 서버에서 생성되는 메시지의 수와 이를 수신하여 캐쉬 데이터를 수정해야 하는 클라이언트 수의 관계로 나타내어진다. 유선 네트워크 환경 하에서 이 관계는 “N - N” 또는 “1 - N번”으로 나타내지는 반면에 무선 네트

워크 환경에서는 “1 - N”의 관계로 나타내어질 수 있다.

즉, 유선 네트워크 환경에서는 서버가 클라이언트 숫자만큼 메시지를 생성하거나, 1개의 메시지를 전체 클라이언트들이 순서대로 읽든지 하여야 한다. 그러나 무선 네트워크 환경에서는 서버가 만든 1개의 메시지가 거의 동일 시간대에 동시에 전체 클라이언트에게 전송되어질 수 있다. 이때 브로드캐스팅 되는 정보는 변경된 데이터의 내용, 무효화 메시지, 제어정보 등 어느 것이라도 선택되어질 수 있다.

이동 컴퓨팅 환경에서 캐쉬 일관성 유지 알고리즘은 제한된 통신 대역폭, 다양한 정도의 단절 상태 하에서의 일관성 유지, 이동 호스트의 자치성 등을 중요한 고려 요소로서 다루어야만 한다.

무선 네트워크 점유경쟁을 줄이고, 이동 호스트의 자치성을 높여줄 수 있는 최선의 방법은 트랜잭션 실행 시 서버에 대한 의존도를 줄여 주는 것이다. 이를 위해서는 브로드캐스팅을 이용하여 전송 메시지의 수를 줄이고, 캐쉬 요청 횟수를 감소시키는 전파(propagation) 기법이 적절하다. 그러나 기존의 논문들에서 언급된바와 같이 잦은 부분단절 또는 접속단절 상황하에서 변경된 데이터를 전송하는 전파 기법은 메시지 파손 및 손실의 확률이 높다. 메시지 파손 및 손실은 캐쉬 데이터의 비일관성을 증가시켜 트랜잭션 철회율을 높이고, 시스템 수행 성능을 저하시킨다.

이를 해결하기 위해서는 가용 통신 대역폭의 변화에 따라 전파와 무효화 기법을 동적으로 선택하고, 사용 가능성이 높은 데이터는 최대한 전파를 보장함으로써 단절 상태 하에서 이동 호스트의 자치성을 높여줄 수 있는 캐쉬 데이터 유지 알고리즘이 요구된다.

### 3. 제안하는 알고리즘

이 논문에서 제안한 기법은 기본적으로 잦은 접속단절을 시스템 고장으로 가정하지 않기 때문에 캐쉬에는 항상 이전 버전의 데이터가 있을 수 있다는 가정 하에 일괄처리 트랜잭션기법과 갱신된 데이터 정보의 브로드캐스팅 기법을 사용하며, 지역성(locality)을 기반으로 한 페이지-서버 DBMS를 사용한다. 각 페이지에 대한 공유와 사용 빈도는 각 이동 호스트간 적정 수준의 균등한 작업부하(uniform workload)를 가정한다.

이동 호스트의 관점에서 가용 통신 대역폭의 변화는 두 가지 관점에서 관찰 될 수 있는데 첫 번째는 외부간섭(기후, 전파방해, 지형)에 의한 것이고, 두 번째는 동일 셀 내에 일시적으로 많은 이동 호스트들이 존재함으

로서 무선 네트워크에 대한 점유경쟁이 발생하는 상황이다. 그러나 이 두 가지 상황은 의미적으로는 다를 수 있으나 이동 호스트의 통신 대역폭의 가용성이라는 측면에서 동일한 상황으로 간주되어 질 수 있기 때문에 이후로는 이를 시스템의 평균 가용 통신 대역폭으로 통합하여 사용한다.

이동 호스트는 캐쉬 데이터를 사용하기 때문에 트랜잭션 실행 중에는 사용되는 페이지들의 읽기와 쓰기에 대해 서버에 잠금(lock)을 요구하지 않으며, 트랜잭션이 캐쉬 되어 있지 않은 페이지에 대한 사용을 요구하면 이동 호스트는 서버에게 이 페이지에 대한 캐쉬 요청을 보내고 서버는 이 페이지를 전파한다. 이때 이동 호스트가 일정 시간 내에 캐쉬 요청에 대한 응답을 받지 못할 시에는 다시 캐쉬 요청을 보낸다. 이 논문에서 서버는 유선 네트워크에 연결되어 있으며 이동 호스트를 지원하는 고정 호스트(fixed host)를 말한다. 이후로는 서버를 고정 호스트로 정의한다.

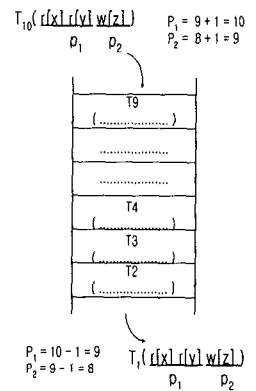
이동 호스트가 트랜잭션을 종료하면 고정 호스트에게 전체 트랜잭션과 사용한 페이지 목록을 보내 완료(commit)를 요청한다. 전체 트랜잭션과 사용한 페이지 목록을 받은 고정 호스트는 사용된 페이지들의 버전이 최신의 것인지 검사를 한다. 트랜잭션이 이전 버전의 페이지를 사용하였다면 철회메시지와 함께 최신 버전의 페이지를 보내 트랜잭션을 재실행하게 한다. 사용된 페이지들이 모두 최신의 버전 이었다면 갱신된 페이지의 미래의 사용 가능성을 예측하여 사용 가능성이 일정한 값 이상의 페이지는 전파 메시지를 브로드캐스팅하고, 사용 가능성이 일정한 값 이하의 페이지는 무효화 메시지를 브로드캐스팅한다. 이때 전파와 무효화를 결정하는 경계값은 네트워크의 연결 상태에 따라 최적의 값으로 변화시킨다.

각 페이지에 대한 미래 사용 가능성의 예측은 일정 시간동안에 완료된 트랜잭션들의 각 페이지에 대한 접근 횟수 값을 이용한다. 현재로부터 일정 시점의 과거까지의 각 페이지들에 대한 접근 횟수를 기록하고 합산하기 위해 그림 2의 AAW(access add window)와 AAL(access add list)을 사용한다. AAW는 고정 호스트에서 완료된 전체 트랜잭션  $T_i$ 들의 목록이다. 윈도우 크기  $n$ 은 제안하는 알고리즘의 변수이며, 저장공간이 부족할 경우에는 가장 먼저 저장된 트랜잭션을 AAW로부터 삭제한다. AAL은 합산된 각 페이지의 접근 횟수에 의해 정렬된 이중 연결 리스트이다.

이동 호스트가 전체 트랜잭션에 대한 연산을 종료하면 고정 호스트에게 트랜잭션에 대한 완료(commit)를

요청하기 위해 전체 트랜잭션  $T_i$  및 사용한 페이지  $P_i$ 의 목록을 보내게 된다. 고정 호스트에 의해 완료된 트랜잭션  $T_i$ 는 AAW에 보내진다.  $T_i$ 를 받은 AAW는  $T_i$ 내의  $P_i$ 의 목록에 의해 AAL의 각  $P_i$ 에 대한 접근 횟수를 수정한다. AAL은 수정된 각  $P_i$ 의 접근 횟수에 의한 재 정렬을 실시한다. 이때 링크 1은 자신보다 작은 접근 횟수 값을 가진  $P_i$ 의 주소를 가리키고 링크 2는 자신보다 큰 접근 횟수 값을 가진  $P_i$ 의 주소를 가리킨다.

주소	페이지 번호	접근 횟수	링크1	링크2
1	$P_5$	6	5	2
2	$P_4$	7	1	8
3				
4	$P_2$	9	8	7
5	$P_6$	5	W	1
6				
7	$P_1$	10	4	W
8	$P_3$	8	2	4
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.



(a) AAL(access add list) (b) AAW(access add window)

그림 2 AAL, AAW

그림 2의 (b)에서는 AAW가 트랜잭션  $T_{10}$ 을 받았다. AAW는  $T_{10}$ 를 저장하고 각  $P_i$ 에 대한 접근 횟수를 계산해야 하지만 AAW는 현재  $T_{10}$ 을 저장할 수 있는 공간이 남아있지 않다. AAW는  $T_{10}$ 을 저장하기 위해 가장 먼저 저장된  $T_1$ 을 삭제한다. 이때 삭제되는  $T_1$ 에서 사용된 각 페이지  $P_1, P_2$ 에 대한 접근 횟수는 그림 2(a)의 AAL의 접근 횟수에서 각각 1씩 감소시킨다. 그리고 새로 저장되는  $T_{10}$ 에서 사용된 각 페이지  $P_1, P_2$ 에 대한 접근 횟수는 AAL의 접근 횟수에서 각각 1씩 증가시킨다. 새로 저장되는  $T_{10}$ 에 대한 각  $P_i$ 의 접근 횟수 계산이 종료되면 AAL은 각  $P_i$ 의 접근 횟수 값에 의해 다시 정렬된다. AAL내에서 가장 큰 접근 횟수 값을 가진  $P_1$ 은 자신보다 작은 접근 횟수 값을 가진  $P_2$ 를 링크 1에 의해 가리키게 되고,  $P_2$ 는 자신보다 큰 접근 횟수 값을 가진  $P_1$ 을 링크2에 의해 가리키고, 자신보다 작은 값을 가진  $P_3$ 를 링크 1에 의해 가리키게 된다.

각 페이지에 대한 접근 횟수에 의해 정렬된 AAL을 이용해 무효화와 전파의 대상을 정하기 위해서는 어느 페이지의 접근 횟수가 최적의 경계값 인지를 결정하여야 한다. 최적의 경계값을 설정하는 방법은 전체 시스템의 평균 가용 통신 대역폭을 이용하여 계산한다. 전체 시스템의 평균 가용 통신 대역폭은 이동 호스트 각각이 고정 호스트와 가지는 가용 통신 대역폭의 합을 전체 이동 호스트의 수로 나눈 평균값으로 한다. 이를 위한 알고리즘은 아래와 같다. 알고리즘 내에서 이동 호스트는  $MH_i$ (mobile host), 고정 호스트는  $FH$ 로 정의한다.  $A_{nb}$ (available networkbandwidth)는 각 이동 호스트가 고정 호스트와 가지는 가용 통신 대역폭이다.  $L$ 은 각 이동 호스트와 고정 호스트간 현재의 가용 통신 대역폭이 정상적인 통신을 위해 적절한지를 판단하는 경계값이다.  $An_m$ (abnormal network message)은 이동 호스트가 고정 호스트에게 자신의 현재의 가용 통신 대역폭이 정상적인 통신을 위해 충분치 못함을 알리는 메시지이다. 즉, 무선 네트워크 연결 상태가 불안정함을 의미한다.  $N_m$ (normal network message)은 무선 네트워크의 연결 상태가 불안정했던 이동 호스트가 정상적인 가용 통신 대역폭을 회복했음을 고정 호스트에게 알리는 메시지이다.  $T_c$ 는 고정 호스트가 지원하는 셀 내의 이동 호스트의 전체 숫자이다.  $c$ 는 고정 호스트에게  $An_m$  메시지를 보낸 현재의 이동 호스트의 수이다.  $\mu$ 은  $c$ 가 일정비율 이상이 되면 시스템의 평균 가용 통신 대역폭이 비정상적이라고 판단하는 기준이다.  $B^-$ 는  $c$ 가  $\mu$ 이하의 값을 나타낼 경우 현재의  $c$ 와  $T_c$ 를 변수로 계산한 평균 가용 통신 대역폭의 감소분이다.  $B^+$ 는 이전의 상태에서부터 정상적인 가용 통신 대역폭을 회복한 이동 호스트의 수가 일정 비율이상 늘어났을 때 현재의  $c$ 와  $T_c$ 를 변수로 계산한 평균 가용 통신 대역폭의 증가이다.  $s$ 는 전파와 무효화를 결정하는 어느 페이지의 접근 횟수이다.

\* 이동 호스트 \*

```

BEGIN
  Suppose  $MH_i$  always watches the  $A_{nb}$  between  $MH_i$  and  $FH$ 
  if (  $MH_i$  sendd  $N_m$  to  $FH$  last time and  $A_{nb}$  of  $MH_i$ 
     $\leq L$  )
    Send Message<  $MH_i$ -id,  $An_m$  > to  $FH$  ;
  if (  $MH_i$  sendd  $An_m$  to  $FH$  last time and  $A_{nb}$  of  $MH_i$ 
     $> L$  )
    Send Message<  $MH_i$ -id,  $N_m$  > to  $FH$  ;
END
    
```

\* 고정 호스트 \*

```

BEGIN
  if ( receive  $An_m$  from  $MH_i$  ){
     $c = c + 1$  ;
    if (  $c \geq \mu$  ){
      whenever  $c$  is increased by every  $k_1$ (constant){
         $B^- = ((c/T)_i - (c/T)_{j+1}) * k_2$ (constant) ;
        move  $S$  to go up by  $B^-$  ;
      }
    }
  }
  if ( receive  $N_m$  from  $MH_i$  ){
     $c = c - 1$  ;
    if (  $c \geq \mu$  ){
      whenever  $c$  is decreased by every  $k_1$ (constant){
         $B^+ = ((c/T)_{j+1}) - (c/T)_i * k_2$ (constant) ;
        move  $S$  to go down by  $B^+$  ;
      }
    }
  }
END
    
```

그림 3 경계값 설정 알고리즘

고정 호스트로 하여금 현재 시스템의 평균 가용 통신 대역폭의 변화를 계산 할 수 있도록 하기 위해서 이동 호스트는 고정 호스트와의 가용 통신 대역폭  $A_{nb}$ 가 일정 한계값  $L$  이하로 내려갈 경우 네트워크가 불안정함을 고정 호스트에게 알리는 메시지  $An_m$ 을 보낸다. 그리고 가용 통신대역폭  $A_{nb}$ 가 정상으로 회복되어  $L$ 보다 커지면 이에 대한 정보 메시지  $N_m$ 을 고정 호스트에게 보낸다.

고정 호스트가 어느 이동 호스트로부터  $An_m$  메시지를 받으면 무선 네트워크가 불안정한 이동 호스트의 수  $c$ 를 1씩 증가시킨다. 무선 네트워크 연결 상태가 불안정한 이동 호스트의 숫자  $c$ 가 허용 기준  $\mu$ 보다 커지면,  $c$ 가 상수  $k_1$ 만큼씩 증가할 때마다  $c$ 와 현재 셀 내의 전체 이동 호스트의 수  $T_c$ 를 변수로 하여 평균 가용 통신 대역폭의 감소분  $B^-$ 를 계산한다. 이때  $(c/T)_i$ 는 이전의 불안정한 연결 상태를 가진 이동 호스트 수의 전체 이동 호스트에 대한 비율이고,  $(c/T)_{j+1}$ 는 현재 불안정한 연결 상태를 가진 이동 호스트 수의 전체 이동 호스트에 대한 비율이다.  $k_2$ 는  $(c/T)_i$ 와  $(c/T)_{j+1}$ 의 차를 통신 대역폭으로 나타내기 위한 상수이다. 이  $B^-$ 를 사용하여 일정 비율로 경계값  $s$ 를 상향조정하여 무효화 비율을 늘린다.

가용 통신 대역폭이 정상으로 회복된 이동 호스트로부터  $N_m$  메시지를 받으면  $c$ 의 값을 감소시킨다. 그리고  $c$ 와  $T_c$ 를 변수로 계산된 평균 가용 통신 대역폭의

증가분  $B^+$ 를 사용하여 일정 비율로 경계값  $S$ 를 하향시켜 전파의 비율을 늘린다.

그림 4에서는 그림 2의 AAL의 적절한 페이지의 접근 횟수를 전파와 무효화의 경계값  $S$ 로 설정한 “예”를 보여준다. 무선 네트워크의 연결 상태가 안정적인 경우 고정 호스트는  $P_i$ 의 접근 횟수  $7$ 을 경계값으로 갱신된 페이지에 대한 전파와 무효화를 선택하여 메시지를 브로드캐스팅할 것이다. 그러나 전체 시스템의 평균 가용 통신 대역폭이 감소하여 무선 네트워크의 연결 상태가 불안정 할 경우 경계값  $S$ 를 상향조정하여 전파 메시지의 수를 줄여 나간다. 반대로 시스템의 평균 가용 통신 대역폭이 회복되어 가면 점차적으로 경계값  $S$ 를 하향조정 하여 전파 메시지의 수를 늘려 나간다.

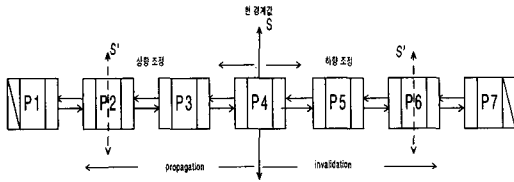


그림 4 경계값 설정

설정된 경계값  $S$ 와 AAL의 각  $P_i$ 에 대한 접근 횟수를 사용하여 갱신된 페이지에 대한 전파 또는 무효화 메시지의 브로드캐스팅을 결정하는 알고리즘은 아래와 같다. 알고리즘 내에서  $AT$ (accessed time)는 그림 2의 AAL내의 각  $P_i$ 의 접근 횟수이다.  $P-m$ (propagation message)은 갱신된 페이지의 내용을 브로드캐스팅하는 전파 메시지이다.  $I-m$ (invalidation message)은 어느 페이지에 대한 갱신이 이루어졌을 때 다른 이동 호스트들이 보유하고 있는 이전 버전의 페이지를 무효화시키기 위해 브로드캐스팅 되는 메시지이다.  $c_i$ 는 이동 호스트의 트랜잭션 완료(commit) 요청에 대한 승인이다.  $a_i$ 는 이동 호스트의 트랜잭션 완료 요청에 대한 철회이다.

\* 고정 호스트 \*

BEGIN

Suppose  $FH$  received a commit request message  $\langle MH_i-id, T_i, P_i \text{ list} \rangle$

$T_i, P_i \text{ list} \rangle$

if ( all  $P_i$  used in  $T_i$  are the newest )

$FH$  update  $P_i$  in Database ;

if (  $AT$  of  $P_i$  in AAL  $\geq S$ , for each  $P_i$  in  $T_i$  )

Broadcast Message $\langle$  broadcast-id,  $P-m \rangle$  ;

else

Broadcast Message $\langle$  broadcast-id,  $I-m \rangle$  ;

```

Send Message $\langle$   $MH_i-id, c_i \rangle$  ;
Store  $T_i$  in AAW ; /*  $T_i$  is treated by AAW */
}
else
Send Message $\langle$   $MH_i-id, a_i, \text{newest } P_i \text{ list} \rangle$  ;
END
    
```

그림 5 메시지 브로드캐스팅 알고리즘

이동 호스트가 완료 요청을 위해 고정 호스트에 보내는 전체 트랜잭션  $T_i$ 에는 사용된  $P_i$ 의 버전, 갱신된  $P_i$ 의 내용이 반드시 포함되어야 한다. 만약 트랜잭션  $T_i$ 에 의해 사용된 모든  $P_i$ 들이 최신의 버전이었다면 고정 호스트는 데이터베이스의  $P_i$ 를 갱신하고, 각  $P_i$ 의 AAL의  $AT$ 와 경계값  $S$ 를 비교하여 만약  $AT$ 가  $S$ 보다 크거나 같다면 변경된 데이터의 내용인  $P-m$ 을 브로드캐스팅하고  $AT$ 가  $S$ 보다 작다면  $I-m$ 을 브로드캐스팅 한다. 그리고 트랜잭션 완료 요청을 한 이동 호스트에게 완료 메시지를 보낸다. 전체 트랜잭션  $T_i$ 는 AAW에 저장되어진다. 그러나 트랜잭션  $T_i$ 에 의해 사용된  $P_i$ 중에 이전 버전이 있다면 고정 호스트는 철회 메시지와 함께 최신 버전의  $P_i$ 를 이동 호스트에게 보내준다.

#### 4. 성능 평가

이 장에서는 기존의 논문들에서 제안하고 있는 무효화 및 전파 기법과 이 논문에서 제안한 기법의 성능을 비교 평가하기 위하여 모의 실험 모델을 제시하고 평가 결과를 분석한다. 이동 컴퓨팅 시스템에서의 이동 호스트의 캐쉬 일관성 유지 알고리즘 실험을 수행하기 위한 모델 구조는 아래와 같이 가정한다.

##### 4.1 실험모형

평가의 대상이 되는 제안한 기법은 앞에서 언급한 세 가지 방법(mechanism), 즉 무효화와 전파 메시지 브로드캐스팅의 동적인 선택, 경계값 설정, 시스템 평균 가용 통신 대역폭 탐지 등을 모두 수행하도록 하였다. 그리고 비교의 대상이 되는 무효화 기법은 무효화 메시지 브로드캐스팅, 전파 기법은 전파 메시지 브로드캐스팅만을 수행하도록 선정하였다.

실험은 전체 시스템 평균 가용 통신 대역폭의 정도에 따라 세 가지 상태를 임의로(random) 반복하는 환경 하에서 수행하였다. 전체 시스템 환경은 완전연결 상태, 잦은 부분단절 상태, 잦은 접속단절 상태의 세 가지 특징적 환경으로 구성되어졌고, 서론에서 밝힌바와 같이 이동 컴퓨팅 환경에서의 데이터의 갱신을 요구하는 트

랜잭션의 증가를 반영하기 위해 읽기-전용 트랜잭션과 갱신 트랜잭션 비율의 변화를 반영하였다. 무선 네트워크 연결 상태별 메시지 전송 가능성은 기존의 논문에서 정의를 아래와 같이 따른다.

- 완전연결 : 모든 종류의 메시지 전송 가능
- 부분단절 : 제어정보, 무효화 메시지 전송 가능
- 접속단절 : 모든 종류의 메시지 전송 불가

각 경우에 대하여 무효화 기법과 전파 기법, 제안한 기법을 수행하였는데 각 기법에 대한 비교의 기준은 다음과 같다.

- (1) 철회 횟수 : 이동 호스트 각각이 50개의 트랜잭션을 수행하는 중 발생하는 철회 횟수
- (2) 캐쉬 요청 횟수 : 이동 호스트 각각이 50개의 트랜잭션을 수행하는 중 발생하는 캐쉬 요청 횟수
- (3) 소요통신 대역폭 : 이동 호스트 각각이 50개의 트랜잭션을 수행하는 중 소요되는 통신 대역폭

이러한 실험을 수행하기 위한 모델의 매개변수 값은 다음의 표 1에 기술 되어있다. 데이터베이스 내의 페이지 수는 500페이지이며, 각 이동 호스트는 25%인 125 페이지의 캐쉬를 보유한다. 이동 호스트들은 트랜잭션 실행 중 500페이지의 30%인 150페이지를 평균 70%정도 사용하며, 나머지 30%는 지역적이거나, 접근 비율이 낮은 페이지를 사용 트랜잭션을 실행한다. 실험간 총 실행 트랜잭션의 수는 각 이동 호스트별 100개를 실시하여, 이동 호스트의 수를 3개에서 20개까지 변화시켜 최대 2000개의 트랜잭션을 실행한다. 이때 이동 호스트의 페이지들이 적정 비율의 무효화 또는 이전 버전의 페이지를 보유하게 하기 위해 각 이동 호스트별 50개의 트랜잭션을 먼저 실행한 후 실험 결과는 나머지 50개에서 기록한다. 트랜잭션내 읽기/쓰기 명령의 수는 평균 10개이며 이중 20%가 쓰기 명령이다. 갱신 트랜잭션 비율 증가에 따른 소요 통신 대역폭을 실험하기 위해 갱신 트랜잭션의 비율을 20%에서 80%까지 20%씩 증가시켜 실험을 하며, 무선 네트워크는 지속적인 완전연결 상태, 잦은 부분단절 상태, 잦은 접속단절 상태를 주어진 비율만큼 불규칙하게 반복하게 한다. 각 연결 상태별 메시지의 수신 가능성을 반영하기 위해 지속적인 잦은 부분단절 상태 및 접속단절 상태 내에 연결, 부분연결, 접속단절의 비율을 표1에서 주어진 값으로 반영한다. 이 비율이 반영된 각 연결 상태별 메시지의 수신 가능성은 아래와 같다.

- 완전연결 70% : 전파 메시지 수신 확률 100%, 무효화 메시지 수신 확률 100%,
- 지속적인 부분단절 20% : 전파 메시지 수신 확률

- 50%, 무효화 메시지 수신 확률 90%,
- 지속적인 접속단절 10% : 전파 메시지 수신 확률 50%, 무효화 메시지 수신 확률 60%.

표 1 모의 실험시 매개 변수의 값

매개변수	의미	값
DB_P_num	데이터베이스내의 페이지의 총수	500페이지
M_H_num	이동 호스트의 수	3 ~ 20
C_rate	이동 호스트의 페이지 캐쉬 비율	25%
W_P_rate	읽기/쓰기 공유가 높은 페이지 비율	30%
Tr_num	실행 트랜잭션의 수	각 이동 호스트별 50개
Tr_size	트랜잭션내 읽기/쓰기 명령의 수	10개
Tw_rate	트랜잭션내 쓰기 명령의 비율	20%
U_rate	갱신 트랜잭션의 비율	20%, 40%, 60%, 80%
S_value	무효화와 전파를 결정하는 경계값	연결 상태별 최적의 경계 값 설정
AN_bwth	무선 네트워크 연결 상태	F_connect : 70% P_connect : 20% D_connect : 10%
F_connect	지속적인 완전연결 상태	Connection(연결): 100%
P_connect	지속적인 잦은 부분단절 상태	Connection(연결): 50% Partial Connection(부분연결): 40% Disconnection(접속단절): 10%
D_connect	지속적인 잦은 접속단절 상태	Connection(연결): 50% Partial Connection(부분연결): 10% Disconnection(접속단절): 40%
P_M_size	전파 메시지의 크기	4096byte
LM_size	무효화 메시지의 크기	256byte

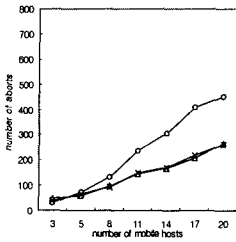
무선 네트워크에 대한 소요 통신 대역폭을 계산하기 위해 전파 메시지는 4096byte, 무효화 메시지는 256byte의 값을 사용한다.

#### 4.2 실험 결과 분석

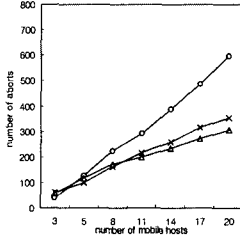
무선 네트워크 연결 상태가 불규칙적으로 변하는 임의의 환경에서 트랜잭션 실행에 따른 철회 횟수, 캐쉬 요청 횟수, 소요 통신 대역폭을 비교 평가하기 위해 갱신 트랜잭션의 비율을 20%, 40%, 60%, 80%로 변경하고, 이동 호스트의 수를 3 ~ 20개까지 증가시켜 나가면서 실험 결과를 분석한다. 이 실험 결과를 통해 전파 기법의 메시지 파손 및 손실에 따른 철회율을 무효화 기법 및 제안한 기법과 비교하고, 무효화 기법과 제안한 기법의 캐쉬 요청 비율 및 소요 통신 대역폭을 중점 비교 분석한다.

그림 6에서 철회 횟수는 세 기법 모두 이동 호스트의 수와 갱신 트랜잭션의 비율이 늘면서 증가를 보이고 있다. 전파 기법은 다른 두 기법에 비해 높은 상승률을 보이고 있다. 이동 호스트의 수 20개를 기준으로 보면 갱신 트랜잭션 비율 20-60%까지 무효화 기법과 제안한 기법은 전체 실행 트랜잭션 중 20-40% 정도의 철회율

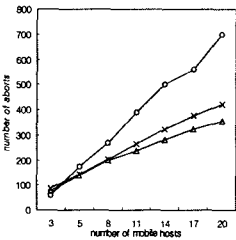
별첨  
U\_rat : 갱신 트랜잭션 비율, ○ : 전파 기법, △ : 무효화 기법, × : 제안한 기법



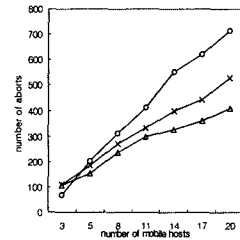
(a) U\_rate : 20%



(b) U\_rate : 40%

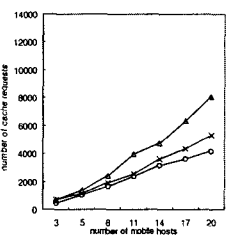


(c) U\_rate : 60%

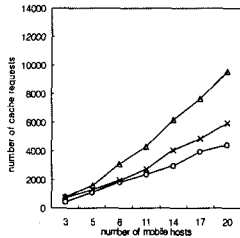


(d) U\_rate : 80%

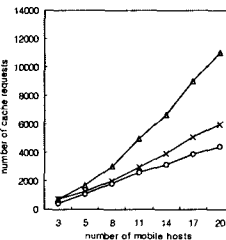
그림 6 철회 횟수



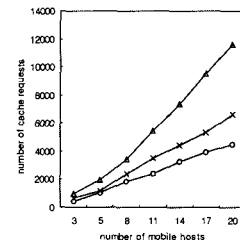
(a) U\_rate : 20%



(b) U\_rate : 40%

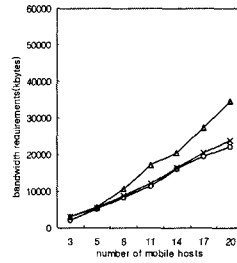


(c) U\_rate : 60%

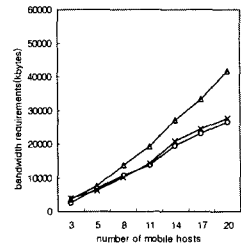


(d) U\_rate : 80%

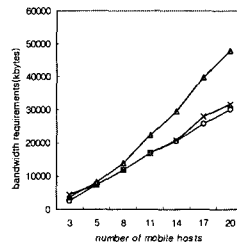
그림 7 캐쉬 요청 횟수



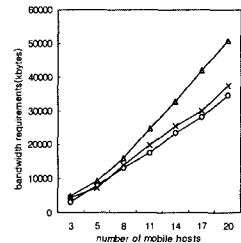
(a) U\_rate : 20%



(b) U\_rate : 40%



(c) U\_rate : 60%



(d) U\_rate : 80%

그림 8 소요 통신 대역폭

을 보이고 있으나, 전파 기법은 45-70%의 철회율을 보이고 있다. 전파 기법의 철회율이 높은 주요 원인은 잦은 접속단절 상태에서의 전파 메시지의 손실이다. 다른 두 기법에 비해 상대적으로 높은 철회율은 잦은 접속단절의 특성을 가진 이동 컴퓨팅 환경에서 전파 기법의 사용이 기피되는 주요 이유이다.

무효화 기법과 제안한 기법은 갱신 트랜잭션 비율 20%에서는 철회율이 전체적으로 비슷한 수준을 보인다. 그러나 갱신 트랜잭션 비율이 증가함에 따라 약간씩 차이가 증가하는 것을 볼 수 있다. 차이가 발생하는 주요 이유는 제안한 기법에서는 잦은 접속단절 상태에서 메시지 수신 확률이 낮아짐으로서 캐쉬의 이전 버전 페이지 보유 확률이 증가하기 때문이다. 무효화 기법의 경우는 캐쉬내 페이지 보유율이 제안한 기법에 비해 낮기 때문에 메시지 수신을 저하에 따른 이전 버전 페이지 보유 확률도 상대적으로 작다. 그러나 그 차이는 갱신 트랜잭션 비율 20%-80%까지 제안한 기법을 기준으로 평균 6% 정도이다. 갱신 트랜잭션 비율 80%에서는 제안한 기법과 무효화 기법도 상당히 높은 철회율을 보인다.

그림 7의 캐쉬 요청에서는 무효화 기법이 다른 두 기법에 비해 이동 호스트 수 및 갱신 트랜잭션 비율의 증



가에 따른 상승폭이 상대적으로 높음을 볼 수 있다. 갱신 트랜잭션 비율 20%에서는 제안한 기법을 기준으로 약 52%의 추가적인 캐쉬 요청이 있었으나, 갱신 트랜잭션 비율이 증가함에 따라 상승률도 높아져 40%에서는 61%, 60%에서는 83%의 높은 추가적인 캐쉬 요청이 있었다. 무효화 기법이 캐쉬 요청이 높은 이유는 이미 설명된 바와 같이 공유 정도와 사용빈도가 높은 페이지에 대한 무효화가 발생시킨 캐쉬 요구가 주요 원인이다. 특히 잦은 접속단절 상황에서의 캐쉬 요청은 메시지 손실 위험이 높기 때문에 반복적인 캐쉬 요청을 계속 유발할 수 있다.

전파 기법은 캐쉬 요청 횟수에서 제안한 기법을 기준으로 평균 18%정도 낮은 값을 나타내긴 하지만, 이 낮은 수치는 철회 횟수의 증가로 나타남을 그림 6을 통해 알 수 있다.

그림 8의 통신 대역폭의 소요는, 제어 정보 또는 무효화 메시지보다는 상대적으로 큰 통신 대역폭이 요구되는 전파 메시지의 수량에 따라 영향을 받게 된다. 전파 메시지의 종류는 트랜잭션 종료후 일관성 유지를 위해 브로드캐스팅 되는 전파 메시지, 철회에 의한 재전파 메시지, 캐쉬 요청(무효화에 따른 캐쉬 요청, 캐쉬에 없는 페이지에 대한 캐쉬 요청)에 의한 전파 메시지 등으로 분류 될 수 있다. 평가 결과분석에 의해 발생 비율이 가장 높은 전파 메시지의 종류는 캐쉬 요청에 의한 전파 메시지이다. 특히 사용 빈도가 높은 페이지에 대한 무효화가 발생시키는 높은 비율의 캐쉬 요청은 무효화 기법의 성능을 저하시키는 주요 원인이다. 두 번째로 발생 비율이 높은 전파 메시지는 트랜잭션 철회에 따른 전파 메시지이다. 그 주된 이유는 잦은 부분단절 및 접속단절 상태에서 브로드캐스팅 되는 전파 메시지 손실로 인해 캐쉬의 비일관성이 증가했기 때문이며, 여기에 추가적으로 철회후 트랜잭션의 재실행을 위해 전파되는 메시지가 반복적으로 손실되어 이동 호스트의 반복적인 트랜잭션 완료 요청을 유발하였기 때문이다.

전파 기법은 제안한 기법과 비교해서 전체적으로 비슷하거나 약간 낮은 통신 대역폭을 요구한다. 전파 기법이 메시지 손실에 의한 철회율의 증가에도 불구하고 가장 낮은 통신 대역폭을 요구하는 것은, 반대로 캐쉬 요청이 통신 대역폭 소요에 미치는 영향을 증명한다. 그리고 전파 기법과 제안한 기법의 캐쉬 요청 횟수 차이가 소요 통신 대역폭의 차이로 그대로 반영되지 않는 것은 앞에서 설명한 바와 같이 전파 메시지의 손실로 인한 철회율 증가와 재전파 메시지 손실로 인한 반복적인 재전파의 결과이다.

무효화 기법은 제안한 기법과 비교해서 이동 호스트 수와 갱신 트랜잭션 비율이 증가함에 따라 상승폭이 더 높아짐을 볼 수 있다. 무효화 기법의 소요 통신 대역폭 상승 비율은 이동 호스트 수 20개일 때 갱신 트랜잭션 비율이 20%이면 제안한 기법을 기준으로 45%, 갱신 트랜잭션 비율이 40%이면 51%, 60%이면 55%정도의 상승폭을 가진다. 이처럼 제안한 기법에 비해 높은 통신 대역폭 소요를 나타내는 것은 캐쉬 요청 횟수의 차이가 반영되었기 때문이다. 즉, 이미 설명된바와 같이 무효화 기법에서 높은 통신 대역폭의 주요 원인은 공유 정도와 사용빈도가 높은 페이지에 대한 무효화로 인해 발생하는 캐쉬 요청이다. 그러나 캐쉬 요청 횟수에서 제안한 기법을 기준으로 한 상승률 52%, 61%, 83%에 비해 상승폭이 약간 감소한 것은 제안한 기법이 선택적으로 전파 기법을 사용하기 때문에 그림 4에서 나타난 것처럼 철회율과 철회로 인한 재전파 비율이 무효화 기법에 비해 상대적으로 높기 때문이다.

위의 비교 평가를 종합하면, 다른 기법에 비해 상대적으로 낮은 통신 대역폭이 요구되는 전파 기법은 무선 네트워크가 안정 될 경우 낮은 통신 대역폭 소요의 장점과 함께 메시지 손실에 따른 철회율이 감소되기 때문에 좋은 성능을 낼 수 있다. 따라서 전파 기법은 이동성이 높고, 무선 네트워크가 불안정한 이동 호스트를 지원하기에는 적합하지 않으며, 쌍방이 높은 출력의 안테나와 큰 용량의 저장 공간, 안정적인 전력 공급을 확보할 수 있는 무선 기지국 또는 이동 서버간 복사본(replication) 일관성 유지를 위해 교환되는 정보 전송에 적합한 기법일 것이다.

캐쉬 요청이 많은 무효화 기법의 경우 기존의 연구들에서 주장되고 있는 바와 같이 잦은 부분단절 및 접속단절 상황에서 메시지 손실률이 낮고, 무선 네트워크의 병목현상을 해결 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서 이동 호스트의 자치성이나, 무선 네트워크의 병목현상보다는 데이터 일관성 유지를 우선으로 하는 시스템과, 데이터에 대한 공유의 정도가 낮은 환경에서는 제안된 기법보다 우수한 성능을 가질 것이다.

그러나 기존의 논문들에서 제시하고 있는 이동 컴퓨팅 환경의 가장 보편적 특성인 제한된 통신 대역폭과, 하나의 시스템은 완전 연결로부터 다양한 정도의 부분 단절 및 완전 단절 상태를 불규칙하게 반복한다는 가정에 대해, 이 논문에서 제안한 기법은, 철회율에 대해서는 무효화 기법과 비슷하거나 약간 높은 결과를 보여 주었고, 소요 통신 대역폭에 대해서는 전파 기법과 비슷한 결과를 보여 주었다. 무효화 기법에 비해 평균 6%

정도의 트랜잭션 철회율의 차이는 45%-55%의 소요 통신 대역폭의 차이와 비교할 때 제안한 기법의 성능에 크게 영향을 줄 수 있는 값은 아니다. 이러한 실험 결과는 무선 네트워크 연결 상태에 따라 무효화와 전파 양 기법을 동적으로 선택하는 제안한 기법이 다른 두 기법에 비해 우수한 성능을 나타냄을 증명하고 있다.

## 5. 결론

이 논문에서 제안한 기법은 이동 호스트는 잦은 접속 단절 및 이동으로 인하여 항상 이전 버전 데이터(stale data)를 가지고 있을 수 있다는 가정 하에, 기존의 연구에서 일반적으로 제시하고 있는 데이터 정보의 브로드캐스팅 기법을 기반으로 하였다. 변경된 데이터의 정보를 브로드캐스팅 하는데 있어 무효화 또는 전파 기법을 일방적으로 사용함으로써 생길 수 있는 취약점을 개선하기 위해 이 두 가지 기법의 장점, 즉, 무효화 기법의 낮은 통신 대역폭 소요와 무선 네트워크에 대한 병목현상 완화, 전파 기법의 서버 응답시간 단축, 캐쉬 요청 억제, 이동 호스트 자치성 향상 등을 무선 네트워크의 다양한 정도의 연결 상태에 따라 동적으로 선택하였다.

그 결과 무선 네트워크가 안정된 상태를 지속할 때는 최대한 전파 메시지를 브로드캐스팅하여 이동 호스트 캐쉬 요청에 의한 무선 네트워크 점유경쟁을 감소시키고, 캐쉬에 페이지 보유율을 높여 접속단절시 트랜잭션의 실행 가능성을 향상 시켰다. 연결 상태가 불안정한 상태를 지속할 때는 무효화 메시지의 비율을 최대한 높임으로서, 메시지 손실률을 감소시켜 이전 버전 데이터 사용에 의한 트랜잭션 철회율을 감소 시켰다. 결론적으로 제한된 통신 대역폭과 잦은 접속단절의 특징을 가진 이동 컴퓨팅 환경에서 무효화 기법에 비해서는 소요 통신 대역폭에 있어 우수한 성능을 보이고, 철회율에 있어서는 비슷한 비율을 나타내며, 전파 기법에 비해서는 소요 통신 대역폭에 있어 비슷한 비율을 나타내고 철회율에 있어서는 우수한 성능을 보이는 제안한 기법이 비교되는 양 기법에 대해 우수한 성능을 가진다.

## 참 고 문 헌

- [1] R. Alonso and H. F. Korth, "Database Systems Issues in Nomadic Computing," In *Proceedings of the 1993 SIGMOD Conference*, pp.388-392, May 1993.
- [2] B. R. Badrinath, A. Acharya, T. Imielinski, "Structuring Distributed Algorithms for Mobile Hosts," In *Proceedings of the 14th International Conference on Distributed Computing Systems*, pp.21-28, Jun. 1994.
- [3] D. Barbara and T. Imielinski, "Sleepers and Workaholics: Caching Strategies in Mobile Environments" In *Proceedings of the 1994 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pages 1-24, 1994.
- [4] S. Acharya, M. Franklin, S. Zdonik, "Disseminating Updates on Broadcast Disk," Proceeding of the 22nd VLDB Conference Mumbai(Bombay), India, 1996
- [5] S. Acharya, M. Rranklin, S. Zdonik, "Balancing Push and Pull for Data Broadcast," ACM 1997
- [6] P. K. Chrysanthis, "Transaction Processing in Mobile Computing Environment," In *Proceedings of the IEEE Workshop on Advances in Parallel and Distributed Systems*, pp.77-83, Oct. 1993.
- [7] D. Duchamp, "Issues in Wireless Mobile Computing," In *Proceedings of 3rd IEEE Workshop on Workstation Operation Systems*, pp.1-7, Apr. 1992.
- [8] Ada Fu, John C. S. Lui and M. H. Wong, "Dynamic Policies in Selecting a Caching Set for a Distributed Mobile Computing Environment," *Technical Report*, May 13, 1995.
- [9] G. H. Forman and J. Zahorjan, "The Challenges of Mobile Computing," *IEEE Computers*, 27(6), pp.38-47, Apr. 1994.
- [10] T. Imielinski, S. Viswanathan, B. R. Badrinath, "ENERGY EFFICIENT INDEXING ON AIR," *SIGMOD*, 1994.
- [11] Q. Lu and M. Satyanarayanan, "Isolation-Only Transaction for Mobile Computing," *ACM Operation Systems Review*, pp.81-87, Apr. 1994.
- [12] M. J. Franklin et al., "Caching and Memory Management Client-Server Database Systems," *Technical Report 1168*, Com Science Dept., Univ. of Wisconsin, July, 1993.
- [13] Vivek R. Narasayya "Distributed Transactions in a Mobile Computing System," Draft of March 9, 1994: Submitted as part of the requirement for CSE552, Autumn 1993.
- [14] E. Pitoura and B. Bhargava, "Building Information Systems for Mobile Environments," In *Proceedings of the Third International Conference on Information and Knowledge Management*, Nov. 1994.
- [15] E. Pitoura and B. harat Bhargava, "Maintaining Consistency of Data in Mobile distributed Environments," *IEEE*, 1995
- [16] M. H. Wong and W. M. Leung, "A Caching Policy to Support Read-Only Transactions in a Mobile Computing Environment," *Technical Report*, 1994.



남 성 현

1988년 해군사관학교 조선공학과(공학사). 1997년 고려대학교 고려대학교 일반대학원 전산학과(이학석사). 1999년 ~ 현재 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사과정. 관심분야는 캐쉬 일관성 유지, 이동 컴퓨팅, 분산 운영체제



조 성 호

1994년 한국외국어대학교 전산학과(이학사). 1997년 고려대학교 일반대학원 전산학과(이학석사). 2000년 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과(이학박사). 관심분야는 동시성 제어, 이동 컴퓨팅, 분산 운영체제

황 종 선

정보과학회논문지: 정보통신  
제 27 권 제 1 호 참조