

이동 컴퓨팅 환경에서 데이터의 주기성을 고려한 캐쉬 일관성 유지 기법

임 종 원⁰ 황 병 연⁰
가톨릭대학교 컴퓨터공학과
{skycid⁰, byhwang⁰}@catholic.ac.kr

Cache Consistency Scheme to Consider the Period of Data in Mobile Computing Environments

Jong-Won Lim⁰ Byung-Yeon Hwang⁰
Dept. of Computer Engineering, The Catholic University of Korea

요 약

이동 통신 기술의 급격한 발전으로, 이동 컴퓨팅 환경에서 데이터 서비스에 대한 수요가 점차 증가하고 있다. 이동 호스트 내에 캐쉬가 존재하면, 통신 대역폭의 절약 및 질의에 대한 빠른 응답을 가져올 수 있지만, 이동 호스트가 서버 데이터와의 캐쉬 일관성(Consistency)을 유지시켜야 한다는 문제가 생기게 된다. 본 논문에서는 기존의 기법들이 가지는 문제점들을 보완하기 위해 데이터의 주기성을 고려한 캐쉬 일관성 유지 기법을 제안한다. 제안한 기법은 데이터를 주기적, 비주기적 데이터로 분류하고 주기적 데이터에 만료시간을 삽입하고, 또한, 무효화 메시지를 저장해서 단절 후에 선별적으로 캐쉬 데이터가 나누어 질 수 있도록 해서, 캐쉬 내의 데이터가 접속 단절 후에 일방적으로 버려지는 것을 막을 수 있도록 한다.

1. 서 론

이동 컴퓨팅 환경에서는 제한된 대역폭과 이동 호스트가 가진 자원의 한계[1]때문에 생기는 문제점을 해결하기 위해 자주 사용하는 데이터를 이동 호스트의 캐쉬에 저장한다. 하지만 캐쉬를 사용하면 불안정한 연결로 인해 잦은 접속 단절이 발생하며 이로 인해서 서버 데이터와의 일관성(Consistency)을 보장할 수 없다는 부담이 생기게 된다[2].

이와 관련한, 기존의 방법으로 방송 스탬프 기법[3]과 이를 보완한 기법인 서버 요청을 통한 캐쉬 유효화 기법[4]이 있는데, 이 기법들은 무효화와 관련된 여러 문제점을 가지게 된다.

따라서 본 논문에서는 기존의 선택적 캐쉬 일관성 유지 기법을 기반으로 접속 단절 후 연결 재개 시 이동 호스트 캐쉬 내에 존재하는 데이터를 주기성 여부에 따라 구분해서 그 중 만료기간이 지난 주기적 데이터에 대해선 방송을 하지 않고 무효화 메시지를 저장함으로써 비효율적인 대역폭 낭비를 줄이고 기존의 캐쉬 일관성 기법들이 지니는 문제점들을 개선하고자 한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 연구 및 문제점을 파악한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 기법에 대해 기술하고 마지막으로 4장에서는 결론을 기술한다.

2. 관련연구

2.1 캐쉬 무효화 기법

캐쉬 무효화 기법중의 하나인 방송 스탬프 기법[3]은 서버가 주기적으로 무효화 보고를 방송한다. 무효화 보고는 최근에 갱신된 식별자와 갱신된 시점의 타임 스탬프 쌍으로 이루어져 있는데, 이동 호스트는 이 무효화 메시지를 자신의 캐쉬 내 데이터들의 타임 스탬프와 비교하여 갱신된 데이터를 캐쉬로부터 삭제함으로써, 캐쉬 일관성을 유지한다. 하지만 이 기법은 접속 단절이 길어질 경우, 무효화 보고만으론 이동 호스트의 모든 캐쉬를 확인할 수가 없어서 이동 호스트 내의 모든 캐쉬를 버려야한다는 단점이 있다.

2.2 캐쉬 유효화 기법

2.2.1 SCC(Simple Checking Caching) 기법

SCC기법은 캐쉬 내 데이터들의 식별자와 이들의 유효성을 가장 최근에 확인했던 타임스탬프를 전송하여 서버에서 캐쉬 유효성을 확인한다. 하지만 이 기법은 이동 호스트 캐쉬 내 데이터가 많다면 대역폭의 소모가 많을 수 있다는 단점이 있다.

2.2.2 SGC(Simple Grouping Cachig) 기법

SCC기법의 단점을 보완하기 위해 데이터 각각의 식별자 모두를 서버에게 보내지 않고 데이터를 그룹핑한 다음 유효성 확인 요청을 하게 된다. 이렇게 하면 캐쉬 일관성 유지에 드는 대역폭은 줄어들 수 있지만, 갱신되지 않은 데이터도 무효화 대상 그룹에 포함될 수도 있는 잘못된 무효화(false invalidation)가 일어날 수 있다.

2.3 그 외 기법

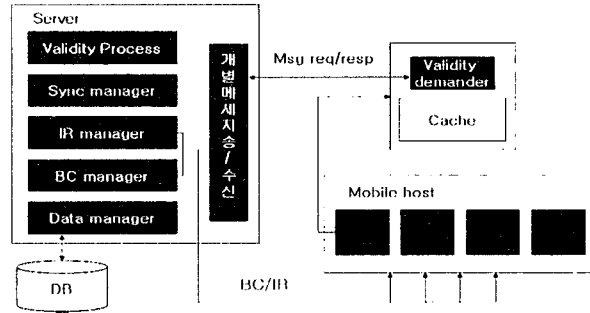
그 외 기법 중의 하나인 적응적 캐쉬 기법[5]은 무선 네트워크의 연결 상태에 따라 무효화와 전파 메시지의 방송 비율을 동적으로 조절해서 캐쉬 일관성 유지를 효율적으로 하게 된다. 하지만, 이동 호스트에 존재하지 않는 데이터에 대한 서버 측의 잦은 갱신으로 인해 전파가 수행될 경우 불필요한 데이터의 방송으로 인한 대역폭의 낭비가 심각해진다는 단점이 있다.

다른 하나인 선택적 캐쉬 기법[6]은 서버에 이동 호스트에 존재하는 캐쉬 상태 테이블을 두어서 잘못된 무효화나 존재하지 않는 데이터에 대해서 방송을 하지 않도록 해서 일관성을 유지하는 기법이다. 이 기법은 잦은 접속 단절이 일어날 경우 비동기적 방송이 많아질 수 있고 많은 이동 호스트가 단절이 일어날 경우 유효성 요청으로 인해 대역폭의 소모가 많을 수 있다는 단점을 지닌다.

3. 제안하는 기법

서버는 선택적 캐쉬 일관성 방법[6]을 기반 해서 주기적으로 데이터 갱신 정보를 전파 또는 무효화를 방송하게 된다. 이동 호스트에서는 방송되는 정보를 수신해서 자신의 캐쉬 내의 데이터의 유효성을 검증할 수 있게 된다. 접속 단절이 일어난 이후에는 이동 호스트는 서버에 자신의 캐쉬 내의 데이터의 유효성여부를 요청하게 된다. 그러면 서버에서 만료시간에 대해서 무효화 테이블(IR_Table)을 검색해서 이동 호스트 캐쉬 내 데이터 중 만료시간이 지난 것이 존재한다면 해당 데이터를 무효화하고 접속 단절기간 동안의 갱신 정보는 데이터

링크채널을 통해 송신하게 된다.



(그림 1) 시스템 구조

위의 그림 1은 본 논문에서 제안하는 전체적인 시스템의 개괄적인 구조이다. 제안하는 기법은 방송되는 무효화 메시지에 대해서 서버 내에 테이블을 만들어 저장을 하고 또한 데이터에 만료시간을 두어서 기존의 기법들이 가지는 단점을 보완하고자 했다.

3.1 주기적 데이터의 만료시간 삽입

이동 컴퓨팅 환경에서 다루어지는 데이터들은 여러 가지 종류가 있다. 본 논문에서는 그렇게 다루어지는 데이터를 주기적/비주기적 데이터로 나누어 그 중 일정주기로 갱신이 가능한 데이터(주기적 데이터)에 한해서 타임 스탬프 형태의 만료시간을 삽입해 캐쉬 유효성 요청 시 데이터 테이블의 검색을 보다 빨리 할 수 있도록 개선하고자 한다. 예를 들어, 주기적 데이터를 살펴보면, 날씨 일기예보나 TV프로그램 편성표, CP(Content Provider)와의 계약에 의한 컨텐츠 등 여러 종류가 있을 수 있다. 이들 데이터의 공통점은 주기적으로(하루 또는 몇 시간) 데이터가 갱신이 된다는 점과 일정기간에는 유효하지만 그 기간이 지나면 이전 데이터는 무효화된다는 특징을 지니고 있다.

| Type | Did | Fid | data | regdate | edate |
|------|-----|-----|------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 1 | 1 | a1 | 2005-09-10 오후12:00:00 | 2005-09-13 오전12:00:00 |
| | | 2 | a2 | | |
| | | 3 | a3 | | |
| 2 | 2 | 1 | b1 | 2005-09-10 오후1:00:00 | |
| | | 2 | b2 | | |
| 1 | 3 | 1 | c1 | 2005-09-10 오후1:30:00 | 2005-09-15 오전12:00:00 |
| | | 2 | c2 | | |
| 1 | 4 | 1 | d | 2005-09-11 오전1:00:00 | 2005-09-14 오전11:00:00 |

(그림 2) 서버에 저장되는 데이터 테이블

그림 2는 이런 특징을 가진 데이터를 분류해서 서버에 저장하는 데이터 테이블(Data_Table)의 형태를 보여주고 있다. 그림에서 Type이 1이면 주기적 데이터를 2일 때는 비주기적 데이터를 나타내고 Did(Data Identifier)는 데이터 식별자, Fid(Fragment Identifier)는 데이터가 조각겨서 송신된다고 가정할 경우 각 조각의 식별자이고 data는 실제 들어가는 데이터(내용)이며 regdate(RegistrationDate)는 등록시간을 의미한다. 마지막으로 edate(EndDate)는 타임스탬프로 구성된 만료시간을 나타낸다.

이동 호스트의 유효성 검사 요청 시에 서버는 이동 호스트 캐쉬 내의 데이터에 삽입된 만료시간과 서버에 저장된 데이터의 만료시간을 비교해서 이동 호스트 데이터의 만료시간이 지나지 않았다면 그 데이터가 아직 유효하다고 판단할 수 있다. 이것은 기존의 기법들보다 접속 단절 후 데이터 테이블을 검색할 경우 효율성을 높일 수 있다는 장점을 지닌다.

3.2 무효화 보고 테이블로의 저장

기존의 캐쉬 일관성 유지 기법의 경우 접속 단절이 일어난 경우, 캐쉬 내의 데이터를 일관성 요청 시 확인할 수가 없으면 모든 데이터가 버려지게 된다는 단점이 있었다. 여기서는 무효화 메시지를 서버자체 갱신의 경우 이전의 데이터를 무효화하는 경우와 위에서 언급된 만료시간이 지난 데이터의 무효화라는 두 가지 경우로 나누어 이를 IR_table(Invalidation-Report_Table)에 저장해서 접속 단절이 일어난 이후에도 먼저 IR_table을 검색하게 함으로써 데이터에 대한 검색을 보다 효율적으로 할 수 있도록 한다.

3.2.1 만료시간이 지난 데이터의 무효화 보고 저장

서버에서는 기본적인 작업으로 만료시간이 지난 데이터의 무효화 메시지를 일정시간마다 반복적으로 IR_table로 저장하게 된다.

```

Select did from data_table
  where edata<sysdate()
delete from data_table
  where did=Select_did
insert into IR_table(did)
    
```

(그림 3) IR_table로 저장되는 데이터 SQL의 예

위의 예는 이러한 작업을 SQL로서 표현한 것이다. 이렇게

함으로써 서버 방송 정보와의 일관성을 유지한다. 또한, 서버 자체 갱신의 경우에는 데이터가 새로 갱신(Update)될 때마다 이전의 무효화된 데이터를 IR_table로 저장한다.

이렇게 IR_Table에 저장된 무효화 메시지를 유효성 확인 요청시에 사용하게 되면, 접속 단절 후 기존의 사용가능한 모든 캐쉬가 다 버려지게 되는 단점을 줄여서 캐쉬의 효율성을 높일 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구과제

본 논문은 기존에 연구되었던 캐쉬 일관성 유지 기법의 단점을 보완하기 위해 주기적 데이터에 만료시간을 삽입하고 또 이것을 IR_table에 저장해서 접속 단절 후 모든 캐쉬가 버려지는 것을 보완하는 기법을 제안하였다. 이 기법을 사용하면 특히 접속단절 후 이동 호스트내 캐쉬의 재사용적인 측면과 전체적인 대역폭의 낭비를 막을 수 있다는 장점을 지니게 된다. 향후 연구 과제로는 제안한 기법의 시뮬레이션을 통해서 기존의 연구되었던 기법과의 비교 및 분석을 수행하고자 한다.

참고문헌

- [1] J. Cai, K. Tan, and B. Ooi, "On Incremental Cache Coherency Schemes in Mobile Computing Environment", Proc. Int'l Conf. on Data Engineering, pp.114-123, 1997.
- [2] M. Wong and W. Leung, "A Caching Policy to Support Read-only Transaction in a Mobile Computing Environment", Technical Report CS-TR-95-07, The Chinese Univ, 1995.
- [3] D. Barbara and T. Imielinski, "Sleepers and Workaholics: Casting Strategies in Mobile Environment", In Proceeding of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data, pp.1-24, 1994.
- [4] K. Wu, P. Yu, and M. Chan, "Energy-Efficient Caching for Wireless Mobile Computing", Proc. IEEE Int'l Conf. on Data Engineering, pp.336-343, 1996.
- [5] 남성현, 조성호, 황종선, "이동 컴퓨팅 환경하의 연결 상태를 기반으로 한 적응적 캐쉬 일관성 유지 기법", Journal of Computer Science & Engineering Technology, Vol.3 No.1, 2001.
- [6] 김희숙, 황병연, "이동 컴퓨팅 환경에서 이동 호스트의 자치성 증대를 위한 선택적 캐쉬 일관성 유지 기법", 정보처리학회논문지, Vol.10 No.4, pp.655-660, 2003.