

주 메모리 DB 기반의 단문 전송 서비스 시스템 설계

최기린 김기홍 이주창 차상균
서울대학교 전기공학부
{giraffe, next, juch, chask}@kdb.snu.ac.kr

Design of Short Message Service System based on Main Memory DB

Kirin Choi Kihong Kim Juchang Lee Sang K. Cha
School of Electric Engineering, Seoul National University

요 약

이동통신망을 통해 제공되는 부가 서비스는 통신에 많은 시간이 소요되기 때문에, 데이터베이스의 접근에 허용되는 시간은 수 밀리 초에 불과하다. 이런 이유로, 이동통신 사업자들이 간단한 주 메모리 저장 시스템을 자체 개발하여 사용하기도 하는데, 이와 같은 저장 시스템은 많은 경우 동시성 제어나 회복기능을 제공하지 않는다. 이와 같은 저장 시스템이 이동통신 부가 서비스의 하나인 SMS에 사용되었을 때에는 시스템 장애 등이 발생할 경우 메시지가 손실될 가능성이 존재한다. 그러나, 주 메모리 DBMS를 사용하면 보다 안정적으로 이와 같은 목적을 달성할 수 있다. 본 논문에서는 주 메모리 DBMS 기술을 SMS에 적용하여, 주 메모리 DBMS 기술의 이동통신 부가서비스에 대한 효용성을 확인해보고자 한다. 주 메모리 DBMS를 사용하여 구현한 SMSC는 초당 120여 메시지를 전송할 수 있는 수준의 성능을 보였으며, 이는 동시성 제어나 회복기능을 제공하지 않는 주 메모리 저장 시스템을 사용하는 SMSC의 50% 정도의 성능이다.

1. 서론

최근 이동통신 서비스 시장의 급격한 팽창으로 서비스 가능 지역이나 통화 품질 면에서 사업자 간의 격차가 줄어들어감에 따라, 중장기적으로는 이동통신망을 통해 제공되는 부가 서비스의 품질과 다양성이 경쟁력을 결정하는 핵심이 될 것으로 예상된다. 현재 이동통신망을 통해 제공되는 주요 부가 서비스로는 인터넷 접속 서비스, 문자 메시지 전송 서비스, 음성 사서함 서비스, 주식 스포츠 교통 등의 문자 정보 제공 서비스 등이 있으며, 가까운 장래에는 가입자의 위치 정보를 이용한 응급 구조 서비스나 위치 기반 지리 정보 서비스 등이 추가될 것으로 예상된다.

이와 같은 부가 서비스는 통신에 많은 시간이 소요되기 때문에, 데이터베이스의 접근에 허용되는 시간은 수 밀리 초에 불과하다.[4] 이런 이유로, 이동통신 사업자들이 간단한 주 메모리 저장 시스템을 자체 개발하여 사용하기도 하는데, 많은 경우 동시성 제어나 회복기능을 제공하지 않기 때문에, 주 메모리 DBMS에 비하여 안정성이 떨어진다. 또, 응용 프로그램의 알고리즘이 필요 이상으로 복잡해지기 때문

에 향후 시스템의 유지 보수나 확장이 상당히 어려워질 가능성이 높다.

본 논문에서는 주 메모리 DBMS 기술을 이동통신 부가 서비스에 효과적으로 적용할 수 있는 예로서 SMS를 택하여 본 연구실에서 개발한 주 메모리 DBMS인 Xmas[1,2] 위에서 SMSC를 설계하고 구현하였다. 그 결과 구현된 SMSC는 초당 120여 메시지를 전송할 수 있는 수준의 성능을 보였다. 이는 이동통신 사업자들이 자체 개발한 주 메모리 저장 시스템을 사용하는 SMSC의 50% 정도의 성능이다. 대신 동시성 제어나 회복기능을 완벽하게 지원하고 있어, 더욱 안정적이며 시스템의 유지 보수 및 확장이 용이하다.

2. SMS (Short Message Service)

SMS는 단말기 간의 문자 메시지 전달 뿐만 아니라, 인터넷을 통하여 IP(Information provider)나 개인 고객으로부터 특정 단말기 또는 특정 그룹에 속한 단말기들에게 문자 메시지를 전달하는 서비스이다. 메시지 전달 과정에서 SMSC는 다음과 같은 일들을 하고 있다.

- SMSC는 이동통신망이나 인터넷을 통하여 메시지의 전송을 요청 받는다.

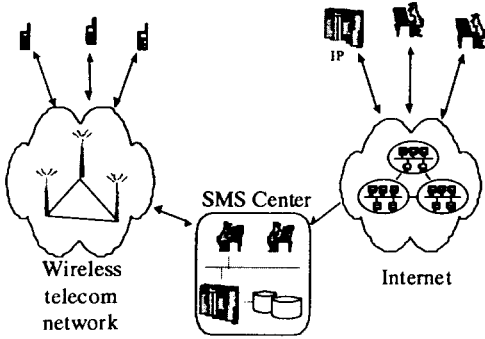


그림 1. SMS 망의 구조

- SMSC는 이동통신망에 메시지를 전송 받을 단말기의 위치를 조회하고, 그 단말기로 메시지를 전송할 것을 요청한다.
- SMSC는 메시지의 전송이 실패할 경우 메시지를 보관하고 있다가 미리 설정된 재전송 정책에 따라 메시지를 다시 전송한다. 메시지의 전송이 실패하는 것은 무선통신망과의 통신이 실패하는 경우와 수신자의 단말기가 메시지를 전송 받을 수 없는 경우가 있다.
- SMSC는 메시지의 전송이 실패한 다음 일정한 시간이 지나거나, 무선통신망으로부터 해당 단말기의 위치가 파악되었다는 통지를 받게 되면 메시지를 재전송한다.
- SMSC는 예약 전송이 되어있는 메시지를 지정된 시간까지 저장하였다가, 해당 단말기에 전달한다.

이와 같이, SMSC는 보관하고 있는 메시지에 대해 일정한 시간동안 지속성을 보장할 수 있어야 한다. 뿐만 아니라, 1000 만 명 이상의 이동 전화 가입자를 보유하고 있는 환경에서는 최대한 많은 수의 메시지 전송 요청을 동시에 처리할 수 있는 SMSC가 요구된다. 이러한 이유에서 빠른 데이터 접근 성능을 제공하면서도 회복 관리, 동시성 제어를 통해 데이터의 지속성과 일관성을 제공할 수 있는 주 메모리 DBMS의 응용이 적절할 것으로 기대된다.

3. 설계 및 구현

3.1. 데이터 베이스 스키마

메시지를 전송하기 위해서 SMSC는 다음과 같은 데이터를 저장하고 있어야 한다.

- 전송해야 할 메시지와 그 메시지를 전송 받을 단말기의 식별번호(MIN)를 저장해야 한다.
- 메시지의 예약 전송을 위해서 전송 예약 시간을 저장해야 한다.
- 각 단말기들의 상태를 저장해야 한다. 단말기의 상태 정보에는 메시지 전송 가능 여부, 재전송 단계 등의 정보가 포함된다.

이와 같은 데이터를 모두 저장하면서, 잠금 충돌을 최소화 하기 위하여 본 논문에서는 7 개의 table 을 사용하여 SMSC를 설계하였다.

전송해야 하는 메시지의 목록은 toDelivery 테이블에 저장되고, 전송이 완료되었지만 아직 디스크에 저장되지 않은 메시지의 목록은 Sent 테이블에 저장되며, 예약 전송할 메시지의 목록은 scheduledMsg 테이블에 예약 전송 시간과 함께 저장된다. 또한, 전송이 실패하여 다시 HLR 위치를 조회해야 하는 단말기들의 목록은 HLR 위치 조회를 시도할 시간과 함께 retryTimer 테이블에 저장된다.

MSstate 테이블에는 각 단말기의 상태에 대한 정보가 저장되고, encodedMsg 테이블에는 각 단말기로 보내질 부호화된 메시지가 저장된다. Message 테이블에는 전송할 메시지들이 저장되는데, 즉시 전송 해야 할 메시지뿐만 아니라 전송이 예약되어 있는 메시지와 전송을 마쳤지만 아직 디스크에 저장되지 않은 메시지가 모두 포함된다. 각 테이블의 자세한 정보는 표 1 에 정리하였다.

3.2. 트랜잭션 타임

본 논문에서 설계한 SMSC에서는 Receiver, Sender, Scheduled Message Timer, Retry Message Timer, Notifier, Flusher 라 이름하는 6 가지 종류의 프로세스에 의하여 메시지 전송에 필요한 트랜잭션들이 수행된다.

Receiver 프로세스는 이동통신망의 MSC를 통하여 단말로부터의 전송 요청을 받아들이거나, SMS server를 통하여 internet으로부터의 전송 요청을 받아들인다.

Sender 프로세스는 각 단말기의 위치를 조회하여 메시지를 전송한다. 메시지를 부호화하고 이동통신망의 HLR에 메시지를 전송할 단말기의 위치를 조회하여 MSC에 메시지의 전송을 요청한다. 동일한 단말기에 여러 개의 메시지를 전송하는 경우는 해당 메시지를 우선적으로 처리하여, HLR에 단말기의 위치를 조회하는데 소요되는 시간을 줄인다. 만일 메시지의 전송이 실패하는 경우에는 메시지가 재전송 될 수 있도록 설정한다. 이미 부호화된 메시지는 encodedMsg 테이블에 저장해 두어, 재전송 시 다시 부호화하는데 소요되는 시간을 줄인다.

Scheduled message timer는 예약 전송이 설정된 메시지의 전송을 준비하는 프로세스이다. 예약시간이 된 메시지를 Sender가 전송할 수 있도록 설정해준다. Retry message timer는 재전송이 설정된 메시지의 전송을 준비하는 프로세스이다. 재전송 시간이 된 메시지를 Sender가 전송할 수 있도록 설정한다.

Notifier는 HLR로부터 들어온 단말기의 위치가 파악되었다는 통지를 처리한다. MSstate 테이블에서 통지된 단말기의 정보를 찾아 msc를 갱신하고, Sender가 메시지를 전송할 수 있도록 설정한다. 만일 Sender가 메시지를 전송 중이라면 통지는 무시된다. Flusher는 전송이 완료된 메시지를 Message 테이블에서 삭제하고, 디스크에 저장하는 일을 하는 프로세스이다.

3.3. 레코드 레벨 잠금

여러 개의 Sender 프로세스가 동일한 단말기에 메시지를 전송하는 것을 방지하기 위하여, 각 Sender 프로세스는

Message 테이블

Name	Type	비고
msgId	UINT	
MIN	CHAR(22)	메시지를 받을 단말의 MIN
message_data	CHAR(255)	메시지 내용

toDelivery 테이블

Name	Type	비고
MIN	CHAR(22)	
msgId	UINT	

scheduledMsg 테이블

Name	Type	비고
time	INT	예약 시간
msgId	UINT	
MIN	CHAR(22)	

Sent 테이블

Name	Type	비고
msgId	UINT	전송이 완료된 메시지의 msgID

MSState 테이블

Name	Type	비고
MIN	CHAR(22)	
state	CHAR(1)	SENDING or RETRYING
MSC	INT	단말이 속해있는 MSC
retryLevel	CHAR(1)	Notifier가 설정 재전송 단계

retryTimer 테이블

Name	Type	비고
time	INT	재전송 시간
MIN	UINT	

encodedMsg 테이블

Name	Type	비고
MIN	CHAR(22)	
msgId	UINT	
encoded_data	CHAR(350)	부호화된 메시지 내용

표 1. DB Schema

자신이 담당하고 있는 단말기에 잠금을 설정할 필요가 있다. 만일 이와 같은 잠금을 설정 해 두지 않는다면, 여러 개의 Sender가 동일한 단말기에 대한 메시지를 처리하려 할 수가 있게 된다. 이 경우 사용자가 동일한 메시지를 중복하여 받게 되는 문제가 발생할 뿐 아니라, SMSC의 전체적인 성능도 저하되게 된다.

반면에 컨테이너 단위와 같은 큰 단위의 잠금을 사용하여 단말기에 잠금을 설정하는 경우에는, 동시에 실행될 수 있는 프로세스의 수가 제한을 받을 뿐 아니라 잠금 충돌의 문제 또한 발생하게 되어 성능이 저하된다.

따라서, 본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위하여 레코드 단위의 잠금을 구현하였다. 각 프로세스들은 자신이 처리하고 있는 단말기에 대한 레코드에 잠금을 설정하여, 다른 프로세스가 동일한 단말기에 대한 메시지를 처리할 수 없도록 한다.

3.4. 기초 실험

현재의 구현을 토대로 데이터베이스가 최대의 성능을 발휘하였을 때를 가정하고 실험을 해보았다.

실험은 4개의 168MHz CPU와 640Kbyte의 메모리를 갖고 있는 SUN Enterprise 3000에서 수행되었다. 이와 같은 조건에서 실험을 하였을 때, 본 논문에서 구현한 SMSC는 초당 120 메시지를 전송하였다.

현재 이동통신 사업자들이 운용하고 있는 SMSC의 경우에는 보통 초당 약 250~300 메시지를 전송하고 있다. 하지만, 여기에는 이동통신 사업자들이 자체 개발한 주 메모리 저장 시스템이 사용되고 있는데, 이 저장 시스템들은 동시성 제어 및 회복관리를 완벽하게 지원하지 못하고 있다. 따라서, 시스템 장애 등이 발생할 경우에는 저장 시스템에서 메시지가 손실될 가능성이 존재한다. 반면에 본 논문에서 구현한 SMSC는 동시성 제어 및 회복관리를 충분히 지원하고 있기 때문에 훨씬 안정적이다.

한편, 현재 본 연구실에서 연구하고 있는 회복관리 기법 [5]을 적용하게 될 경우에는 동시성 제어 및 회복관리를 완벽하게 지원하면서도 현재 운용되고 있는 SMSC와 비슷한 수준의 성능을 보이는 SMSC를 구현할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

4. 결론

이동통신망을 통해 제공되는 부가 서비스에는 고성능의 DBMS가 필요하다. 이런 이유로, 이동통신 사업자들이 간단한 주 메모리 저장 시스템을 자체 개발하여 사용하기도 하지만, 이와 같은 저장 시스템은 많은 경우 동시성 제어나 회복관리를 지원하지 않고 있어 데이터가 손실될 가능성이 존재한다. 주 메모리 DBMS를 사용하면 보다 안정적으로 이와 같은 목적을 달성할 수 있다.

본 논문에서는 이동 통신 부가 서비스 중 하나인 SMS를 택하여 주 메모리 DBMS를 사용하여 SMSC를 설계하고 구현하였다. 그 결과 구현된 SMSC는 초당 120여 메시지의 전송이 가능한 수준의 성능을 보였다.

향후 과제로 본 논문에서 설계하고 구현한 SMSC가 실제로 무선통신망 상에서는 어느 정도의 성능을 낼 수 있는지 시뮬레이션 하여 그 값을 측정하는 것이 필요하다.

참고문헌

- [1] Jang Ho Park, Kihong Kim, Sang K. Cha, Min Seok Song, Sangho Lee, and Juchang Lee, "A High-Performance Spatial Storage System based on Main-Memory Database Architecture," in *Proceedings of DEXA Conference*, August 1999.
- [2] Jang Ho Park, Yong Sik Kwon, Kihong Kim, Sangho Lee, Byoung Dae Park, Sang K. Cha, "Xmas: An Extensible Main-Memory Storage System for High-Performance Applications," in *Proceedings of ACM SIGMOD Conference*, pages 578-580, June 1998.
- [3] "Say Yes to SMS!" <http://www.mobilesms.com>.
- [4] Mikael Ronstrom, "Database Requirement Analysis for a third generation mobile telecom system", in *Database in Telecommunications*, Sep. 1999
- [5] Juchang Lee, Kihong Kim, Sang K. Cha, "A Commutative and Associative Logging Scheme for Highly Parallel Main Memory Database" submitted to *VLDB 2000*.