

주기억 데이터베이스 시스템의 성능평가를 위한 벤치마크 설계 및 구현*

임한성⁰ 김경창
홍익대학교 컴퓨터공학과
{hsleem⁰, kckim}@cs.hongik.ac.kr

Design and Implementation of a Benchmark to Evaluate the Performance of a Main Memory Database System

Han-Sung Leem⁰ Kyung-Chang Kim
Dept. of Computer Engineering, Hongik University

요 약

본 논문에서는 주기억 데이터베이스 시스템의 메모리 벤치마크를 설계하고 실제 사용되는 주기억 데이터베이스 시스템에 설계된 벤치마크를 구현하였다. 벤치마크를 통해서 주기억 데이터베이스 시스템에서 이용된 메모리 최적화 기법을 통해 줄어든 메모리 양의 평가와 주기억 데이터베이스에 저장된 데이터에 비례해서 업무 작업 시에 필요로 하는 메모리 소요량을 예측할 수 있고, 여러 데이터베이스간의 상대적인 비교를 할 수 있도록 한다.

1. 서 론

최근에 실시간 처리를 요구하는 응용 분야가 많아짐에 따라 데이터베이스 시스템에 실시간 개념을 적용한 주기억 데이터베이스 시스템에 관한 연구 및 방향제시가 활발히 진행되고 있다[1,2]. 주기억 데이터베이스 시스템(Main Memory Database System : MMDBMS)은 데이터베이스의 전체 혹은 중요한 일부를 주기억장치에 상주시켜 관리하는 시스템을 말한다.

주기억 데이터베이스 시스템에서도 메모리 최적화 기법이 요구되며 효율적으로 질의를 처리할 수 있는 질의 최적화 기법이 모색되고 있다[3,4]. 본 논문은 이러한 관점에서 주기억 데이터베이스 시스템에서 사용되는 각종 기법들의 성능을 평가할 수 있는 벤치마크를 제시하고, 그 제시된 벤치마크를 통해 실제 주기억 데이터베이스 시스템의 성능을 평가해 보았다.

2. 관련 연구

벤치마크는 하드웨어의 성능 평가 및 비교에서 사용되는데, 각 하드웨어 공급 업체나 데이터베이스 관리 시스템 벤더들의 입장에서는 경쟁 시장에 자사제품의 성능을 공개하는 요소로 벤치마크 결과를 사용하기 때문에 그 결과는 매우 민감한 요소가 되어 있다.

* 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(과제번호:R01-2001-00540)지원으로 수행되었음.

지속적으로 벤치마크에 대한 연구 활동이 이루어지고

있는데, TPC(Transaction Processing Performance Council), SPEC(Standard Performance Evaluation Council), 그리고 BAPco(Business Application Performance Consortium)등이 표준 벤치마크를 주도적으로 이끌고 있는 기구들이다[6]. TPC는 주로 트랜잭션 처리 부문과 데이터베이스 부문에 관련된 벤치마크 방법을, SPEC은 과학 분야와 워크스테이션 컴퓨터 위주의 벤치마크 방법을, 그리고 BAPco는 클라이언트-서버 어플리케이션을 이용한 PC 위주의 벤치마크 방법을 이끌고 있다. 이외에도 Neal Nelson & Associates, AIM Technology 등이 있다[7].

3. 메모리 벤치마크 설계

기존의 디스크 기반 데이터베이스 벤치마크나 주기억 데이터베이스 벤치마크에서 성능평가 방법이 적합하지 않기 때문에, 이 장에서는 주기억 데이터베이스 시스템에서의 성능을 평가하는 방법으로 시간적 평가와 메모리 이용률을 평가할 수 있도록 벤치마크를 설계하고 벤치마크를 수행할 수 있는 도구의 설계를 기술한다.

3.1 벤치마크 설계

3.1.1 데이터베이스 및 시험 질의

본 논문에서 사용되는 데이터베이스는 Wisconsin 벤치마크에 사용된 테스트 데이터베이스를 사용하여 벤치마크 한다[5,6].

3.1.2 메모리 벤치마크 설계

벤치마크 데이터베이스 작업이 진행중일 때 필요한 메모리 사용량을 측정하기 위해 측정기간을 두 단계로 나누어 수행하도록 하였다.

"측정기간"은 주기억 데이터베이스 시스템이 트랜잭션을 통해 "커밋 완료"가 되어 벤치마크 수행 결과인 경과 시간(elapsed time)과 최대 메모리 양(Maximum amount of Memory : MM)을 산출할 수 있게 되는 기간을 일컫는 말이다. 그림 1은 측정기간에 따른 메모리 성능 시험 단계를 나타낸 것이다.

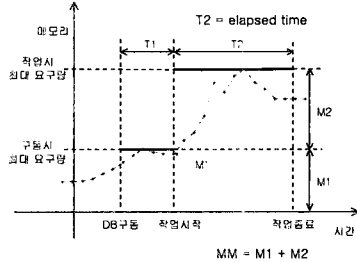


그림 1: 메모리 성능 시험 단계

첫 번째 단계는 데이터베이스 구동에서부터 트랜잭션 수행 전까지의 시간(Time Stamp)으로 T1이라 정의하였고, 두 번째 단계는 해당 트랜잭션을 시작하여 수행이 완료되어 "커밋 완료"될 때까지를 T2라고 정의한다. 커밋은 트랜잭션 수행 종료와 동시에 된다고 정의한다. T1 기간 동안의 최대 메모리 양을 M1이라고 하며, T2기간 동안의 최대 메모리 양을 M2라고 한다. M1과 M2를 합하여 MM를 산출해내고, 해당 트랜잭션에 소요되는 메모리 양(amount of Memory Per Transaction : MPT)은 MM에서 트랜잭션 수행 전의 메모리 양(M')의 뺄 값으로 계산할 수 있다.

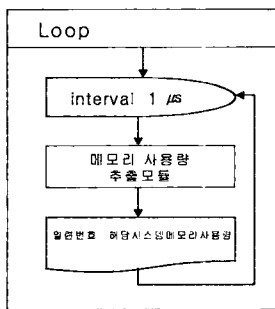


그림 2: 벤치마크 도구의 구조

3.2 벤치마크 도구의 설계

본 논문에서는 주기억 데이터베이스에서 소요되는 메모리 사용량을 측정할 수 있는 벤치마크 도구를 설계하였고, 구현된 도구를 통하여 벤치마크를 이용한 시스템 성능평가를 하였다. 그림 2는 벤치마크 도구의 구조이다. 시스템이 사용중인 메모리 양을 측정하는 시간 간격은 1μs 이라고 정의하였다.

성능의 척도는 해당 질의에 대한 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 평균 경과 시간(elapsed time)과 메모리 사용량이다. 평균 경과 시간은 해당 질의의 10번 반복된 시작된 시점과 종료된 시점의 차이의 평균값으로 구한다. 메모리 사용량은 3.1.2에서 기술한 평가 내용을 최대와 평균으로 나누어 나타낸다.

3.3 성능척도 및 벤치마크 결과보고 양식

본 장에서 기술한 벤치마크를 이용하여 여러 데이터베이스간의 상대적인 비교를 할 수 있도록 시험 결과를 나타내는 시험 결과 보고서를 그림 3와 같은 형식으로 작성한다.

DBMS : DBMS 명 content of query :	Company :
○ 평균 경과 시간(elapsed time) :	OO microseconds
○ 메모리 사용량	
1. 데이터베이스 구동 전 메모리(최대/평균) OO Kbyte	
2. 트랜잭션 수행 전 사용 메모리(최대/평균) OO Kbyte	
3. 트랜잭션 수행 중 최대 메모리(최대/평균) OO/OO MM	
4. 트랜잭션 완료 메모리 소요량(최대/평균) OO/OO MPT	
SYSTEM : Operating System :	Data :

그림 3: 시험 결과 보고서

4. 벤치마크를 이용한 시스템 성능평가

4.1 구현 환경

본 논문의 구현 환경의 운영체제는 Linux로 하였고, CPU 850MHz, 메모리 용량은 256MB이다. 구현에 사용되는 데이터베이스에 사용되는 릴레이션은 3개를 사용했고, Linux X window 상에서 시험하였다.

4.2 도구를 활용한 벤치마크 구현

본 논문에서 제시한 벤치마크를 이용한 성능평가 대상은 ARCHYS 주기억 데이터베이스이다. ARCHYS는 1998년에 상용화된 관계형 데이터 모델에 기반을 둔 주기억 데이터베이스 시스템이다[8].

벤치마크 결과를 위해 3.1.2에서 기술한 바와 같이 벤치마크의 결과 산출 단계를 두 단계로 나누어 수행하도록 하였다. 즉, 데이터베이스 구동에서부터 트랜잭션 수행 전까지 소요되는 최대 메모리 양(M1)과 해당 트랜잭션을 시작하여 수행이 완료되어 "커밋 완료"될 때까지의

최대 메모리 양(M2)과 트랜잭션 수행 전의 메모리 양(M')을 측정하였다. 마지막으로, 두 번째 단계의 트랜잭션 처리 시에 트랜잭션 수행 시간(elapsed time)도 측정하였다. 그림 4는 벤치마크를 위한 구현 단계 및 산출되는 결과를 나타낸 것이다.

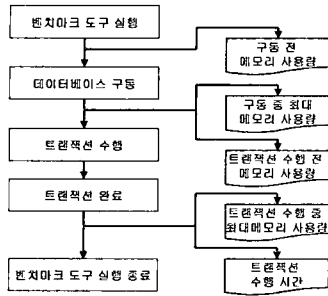


그림 4: 벤치마크 구현 단계 및 산출결과

```

DBMS: ARCHYS                      Company: ARCHYS
content of query: 위주이벤이서 1%를 선택

o 평균 경과 시간(elapsed time):      22 microseconds

o 인 메모리 사용량
1 데이터베이스 구동 전 메모리(최대/평균) 96,775/95,973 Kbyte
2 트랜잭션 수행 전 사용 메모리(최대/평균) 155,688/153,323 Kbyte
3 트랜잭션 수행 중 최대 메모리(최대/평균) 155,724/153,356 Kbyte
4 트랜잭션 완료 메모리 소요량(최대/평균) 36/35 MPT

SYSTEM PentiumIII CPU 950MHz Data 10,000 뉴클 클라이언 1개
Operating System : Linux kernel 2.2
    
```

그림 5: 완성된 시험 결과 보고서

4.3 벤치마크 결과 평가

32개의 해당 질의에 대해 3.3에서 제시한 양식에 맞도록 계산하여 시험 결과 보고서를 작성하였다. 그림 5는 인덱스가 없는 릴레이션에서 1%를 선택한 경우와 인덱스가 없는 릴레이션 간의 조인을 한 경우를 시험 결과 보고서를 나타낸 것이다.

5. 결론

데이터의 고속처리가 필수적인 분야에서 데이터베이스를 주기억장치에 상주시켜 다량의 데이터의 입출력을 줄이고, 고속 처리 및 관리하여 성능향상을 도모하는 연구와 개발이 활발히 진행되고 있지만, 아직 벤치마크는 디스크 기반 데이터베이스 벤치마크를 그대로 사용하거나 해당 데이터베이스 설계에 따른 기능의 성능을 평가하고 있다. 평가 방법에 있어서도 대부분 시간적 의미의 속도에 비중을 두어 평가하였지만, 실제 구현된 주기억 데이터베이스 시스템의 경우 사용되는 저장구조나 구현 방법

등의 메모리 최적화 방식에 따라 메모리 사용량에 대한 평가가 이루어지지 않았다.

이에 본 논문에서는 주기억 데이터베이스 시스템에서의 메모리 사용량을 측정함으로써 주기억 데이터베이스에서 사용된 메모리 최적화 기법을 통해 줄어든 메모리량을 평가하고, 주기억 데이터베이스에 저장된 데이터에 비례해서 업무 작업 시에 필요로 하는 메모리 소요량을 예측할 수 있다. 구현된 벤치마크를 ARCHYS 상용 주기억 데이터베이스 시스템을 상대로 시험해 보았다.

참고 문헌

- [1] Margaret H. Eich "Main Memory Database Research Directions" Technical Report 88-CSE-35
- [2] H. V. Jagadish, Daniel Lieuwen, Rajeev Rastogi, Avi Silberschatz "Dali: A High Performance Main Memory Storage Manager", Proceedings of the 20th VLDB Conference Santiago, Chile, 1994
- [3] T. Lehman and M. Carey, "A study of index structures for main memory database management systems," in Proc. 12th Int. Conf. on VLDB, Aug. 1986, pp.294-303
- [4] Le, Gruenwald, Margaret H. Eich, "MMDB Reload Algorithms", Proceedings of the 1991 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, May 1991, pp 397-405
- [5] Michael Stonebraker, "Readings in Database Systems", 2rd, Morgan Kaufmann, 1994
- [6] j. Gray, "The Benchmark Handbook for database and transaction", 3rd, Morgan Kaufmann, 1993
- [7] ETRI, "주기억 상주 실시간 DBMS의 고성능 실시간 트랜잭션 관리자에 관한 연구", 최종연구보고서, 1998
- [8] ARCHYS, "www.archys.com"