

플래시 메모리의 특성을 고려한 효율적인 압축 데이터 관리기법*

황진호¹ 이정화¹ 김건우¹ 김재형¹ 이승미² 손진현¹

¹한양대학교 컴퓨터공학과

²한양대학교 컴퓨터공학과 BK21 AIS 사업팀

{jhhwang, jwlee, gwkim, jhkim, smlee}@database.hanyang.ac.kr jhson@hanyang.ac.kr

An Efficient Compressed Data Management Method Reflecting Characteristics of Flash Memory

Jin-Ho Hwang¹ Jeong Wha Lee¹ Gun-Woo Kim¹ Jae Hyung Kim¹

Seung Mi Lee² Jin Hyun Son¹

¹Department of Computer Science and Engineering, Hanyang University, Ansan

²BK21 AIS Team, Hanyang University

1. 서론

우리는 이전연구를 통해 휴대용 정보기에서 플래시메모리를 데이터 저장매체로 사용하는 모바일 DBMS를 위한 압축데이터 관리시스템(Compressed Data Management System)을 제안하였다[1]. CDMS는 기존 하드디스크에 비해 고가인 플래시메모리에서 데이터의 압축을 통해 저장공간의 활용성을 높일 수 있으며, 기존 모바일 DBMS의 변경을 최소화하여 적용할 수 있어 이식성이 좋으며, 높은 저장공간 활용을 요구하는 환경에 적합한 동적 슬롯방식과 빠른 수행속도를 요구하는 환경을 위한 정적 슬롯방식을 제공하여 DBMS가 사용환경에 적합한 수행 방식을 결정하여 사용할 수 있도록 설계되었다.

그러나 빠른 수행속도를 위해 설계된 정적 슬롯방식에서 압축된 데이터와 이를 관리하기 위한 관리정보가 개별적으로 저장, 처리되어 많은 추가적인 쓰기연산을 발생 시키는 문제를 가지고있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결할 수 있으며 플래시 메모리의 특성을 반영한 효율적인 압축데이터 관리기법을 제안한다.

2. 본론

기존 CDMS의 정적 슬롯관리기법은 몇 가지 문제를 가지고 있다. 첫째, 데이터 쓰기와 삭제, 갱신과정에서 추가적인 쓰기연산이 발생한다는 것이다. 이는 정적 슬롯관리기법의 빠르고 간결한 수행처리라는 장점을 상쇄시키며, 성능에 악영향을 미칠 뿐 아니라 플래시 메모리의 수명과 직관된 지우기 연산의 발생을 수반하게 된다[2]. 둘째, 데이터 블록의 쓰기 중 발생할 수 있는 비정상 오류로 중복된 쓰기 작업이 발생할 수 있다는 것이다. 자세히 말하자면, 압축된 데이터의 쓰기작업이 완료된 후에 수행되는 관리정보의 갱신작업 전 혹은 갱신작업 중 오류가 발생하면 그에 대한 처리를 위해 동일한 슬롯에 이미 쓰여진 데이터는 무시되고 해당위치에 동일한 데이터가 다시 쓰여지는 문제를 말하는 것이다. 이는 정적 슬롯 관리방식이 이미 완전한 데이터가 오류 없이 쓰여졌지만 관리정보의 갱신 중에 일어난 오류로 인해 동일한 작업의 중복발생을 야기시키는 것이다.

위의 문제들은 압축된 데이터블록 쓰기와 자유영역정보 테이블과 매핑정보 테이블의 관리정보 쓰기의 개별적 수행으로 발생한다. 따라서, 위와 같은 문제를 해결하고 플래시 메모리의 특성을 반영한 새로운 압축데이터 관리기법이 필요하며, 이를 위해 우리는 관리정보와 압축 데이터블록을 함께 쓰는 새로운 로그 구조화 블록 관리기법(Log-Structured Block Management Method)을 제안한다.

LBMM은 관리정보와 압축데이터를 통합하여 하나의 데이터블록으로 만들어 처리한다. 자세히 말해, 압축된 데이터에 대한 매핑정보 테이블에 해당하는 헤더정보를 압축된 데이터의 앞에 추가한 것이다. 이 헤더정보를 이용해 LBMM은 초기화 단계에서 메인 메모리에 매핑정보 테이블과 자유영역 정보 테이블을 재구성하게 된다. 기본적인 처리는 정확한 매핑정보 테이블을 구성할 수 있다면 파일내부에 논리적으로 할당된 고정된 사이즈의 슬롯들 중 빈(Empty) 슬롯과 데이터가 존재하지만 무효한 데이터를 담고 있는 슬롯에 대한 정보를 재구

* 이 논문은 2007년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2007-000-20135-0). 본 연구(논문)는 산업자원부 지원으로 수행하는 21세기 프론티어 연구개발사업(인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발사업)의 일환으로 수행되었습니다.

성할 수 있다는 것이다. 따라서 헤더정보를 이용해 CDMS의 동작에 필수적인 매핑정보 테이블과 자유영역정보 테이블을 초기화 단계에서 메인 메모리상에 재구성할 수 있다.

그림 1은 LBMM를 적용한 CDMS의 구조를 보여준다. 기존 방식에서 매핑 정보와 자유영역 정보는 파일내부의 연속된 영역에 위치하며, 데이터의 변화가 발생할 때 마다 많은 업데이트가 발생하게 된다. 쓰기 전 지우기(Erase-before-write) 특성을 가진 플래시 메모리에서 동일한 페이지의 연속적인 업데이트는 많은 지우기 연산을 초래할 수 있다[2]. 이를 해결하기 위해 제자리 업데이트가 불가능한 플래시 메모리의 특성을 고려해 우리는 동일한 영역에 매핑정보와 자유영역정보를 저장하는 대신 각 슬롯의 내부에 해당 데이터에 대한 관리정보를 저장 함으로써 많은 지우기 연산의 발생 문제를 회피할 수 있도록 한 것이다.

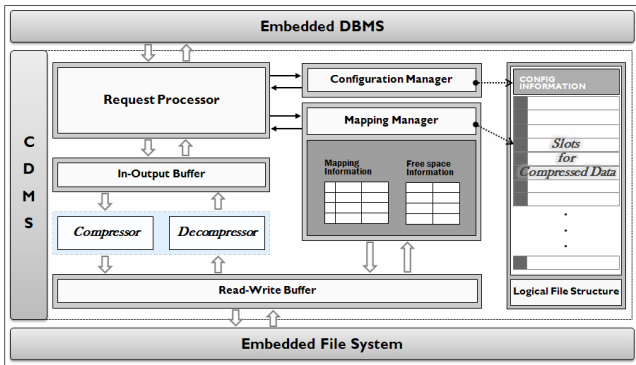


그림 1 LBMM를 적용한 CDMS의 구조

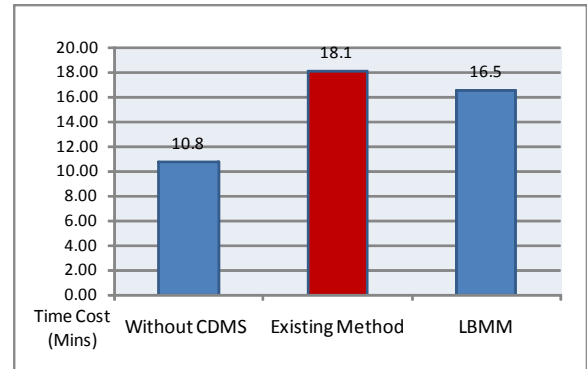


그림 2 QA프로그램 수행 소요시간 비교

이러한 방식의 LBMM을 적용한 CDMS에서는 그림 1와 같이 파일내부에 관리정보를 위한 별도의 저장공간을 할당하지 않으므로 기존 시스템의 구조상에서 개별적으로 일어나던 관리정보변경을 위한 쓰기연산을 제거하였다.

우리는 제안하는 LBMM의 평가를 위하여 모바일 DBMS인 이엠웨어즈의 MobileLite를 사용하여 Linux 환경에서 실험을 진행하였다. 우리는 이 실험을 통해 기존의 정적 슬롯 관리기법과 LBMM의 성능 차이를 확인하고자 한다. 성능 측정을 위해 DDL과 DML로 구성된 1,000여 개의 질의를 포함하고 있는 QA(Quality Assurance)프로그램을 사용한다. 이것은 DBMS에서 일어날 수 있는 모든 상황을 확인하기 위해 상용 모바일 DBMS의 개발 당시 DBMS의 검증을 위해 사용된 품질 보증을 위한 프로그램이다. 이 프로그램에 포함된 질의 들은 11,000여 개의 테이블을 생성하며, 많은 데이터 I/O를 발생시킨다. 본 실험에서는 3가지 조건에서 진행되었다. 첫째는 CDMS를 적용하지 않은 기존 모바일 DBMS. 둘째는 기존의 정적 슬롯 관리기법을 사용하는 CDMS를 적용한 DBMS. 그리고, 셋째는 본 논문에서 제안하는 LBMM을 사용하는 CDMS를 적용한 DBMS이다. 그림 2에서 나타난 바와 같이, 기존 모바일DBMS에 비해 기존 정적 슬롯 관리기법을 사용한 CDMS를 적용한 DBMS에서 약 40%의 소요시간이 증가한 것을 확인할 수 있다. 이는 기존 CDMS의 정적 슬롯관리기법이 압축기법의 사용으로 시간 소모적이며, 개별적인 관리정보의 처리로 인한 추가적 데이터 I/O를 발생시킴으로써 수행 처리에 높은 비용을 초래하였음을 나타낸다. 반면 본 논문에서 제안한 LBMM을 사용한 CDMS를 적용한 DBMS의 경우, 기존 정적 슬롯 관리방식에 비해 약 9%의 빠른 수행 처리를 보였다.

3. 결론

우리는 기존 CDMS의 압축데이터 관리기법 중 빠른 수행처리를 위한 정적 슬롯기법에서 데이터와 관리정보의 개별적 저장 처리로 많은 데이터 I/O를 발생시키는 문제를 해결하며 플래시 메모리의 특성을 고려한 새로운 압축데이터 관리기법을 제안하였다. 성능평가를 수행한 결과 새롭게 제안된 LBMM은 기존 방식에 비해 보다 빠른 성능을 보였다. 또한 이러한 수행방식은 제자리 업데이트(In-placed Update)가 불가능한 플래시 메모리의 특성상 발생할 수 있는 지우기 연산을 최소화 할 수 있으며 이를 통해 플래시 메모리의 수명을 연장에 기여할 수 있다.

참고 문헌

- [1] 신영재, 황진호, 박정업, 김학수, 이승미, 손진현 “Mobile DBMS를 위한 효율적인 압축 데이터 관리 시스템”, 2006년도 한국정보과학회 가을 학술대회, 33권, 2(C)호, pp.6-11, 세종대학교, 20 Oct, 2006.
- [2] J. Kim, J.M. Kim, S.H. Noh, S.L. Min, Y. Cho, “A space-efficient flash translation layer for CompactFlash systems,” IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 48, pp.366-375, 2002.