
리눅스 환경에서 임베디드 시스템을 위한 플래시 파일 시스템의 성능 분석

최진오*

*부산외국어대학교 임베디드소프트웨어학과

Performance Analysis of Flash File System for Embedded Systems on Linux Environment

Jin-oh Choi*

*Department of Embedded Software, Busan University of Foreign Studies

E-mail : jochoi@bufs.ac.kr

요 약

리눅스 환경의 임베디드 시스템에 탑재된 파일 시스템은 미니 하드 디스크 또는 플래시 메모리를 미디어로 채택하고 있다. 이러한 장치에 구현되는 파일 시스템의 종류는 임베디드 운영체제에 따라 다양하게 존재한다. 그런데 임베디드 시스템이 파일 시스템 의존도가 커질수록 이 파일 시스템 종류의 선택이 전체 시스템의 성능에 큰 영향을 미치게 된다. 이 논문에서는 임베디드 시스템의 FAT과 Ext2 파일 시스템에서 성능을 비교 분석한다. 그래서 어떤 경우에 어느 파일 시스템이 우수한지에 대하여 고찰한다. 이 결과는 리눅스 환경의 임베디드 시스템에서 플래시 파일 시스템의 선택에 도움이 될 것이다.

ABSTRACT

The embedded systems on linux environment, commonly equip a file system as mini hard disk or flash memory to keep data. The types of the file system of the system are various according to it's operating system. Anyway, the more embedded system depends on the file system, the selection of the type of the file system effects more on the performance of the system. This thesis performs the performance benchmark of a FAT and Ext file systems. As the result, it is discussed that what file system is better at which case. These results are helpful at the selection of flash file system of the embedded systems on linux environment.

키워드

Performance benchmark, File System, Flash Memory, Embedded File System

1. 서 론

많은 임베디드 시스템은 여러 가지 이유로 리눅스를 운영체제로 사용한다. 그리고 응용프로그램과 데이터를 저장하기 위해 보조기억장치를 필요로 한다. 이 보조 기억장치에는 ROM 장치, 광학 CD-ROM, 미니 하드 디스크 등이 활용되었다. 그러나 최근 플래시 메모리의 가격 하락과 성능 개선으로 대부분 임베디드 시스템은 플래시 메모리를 이용한 보조 기억장치를 구축하고 있다. 그리고 이 장치들은 점점 성능이 발전하고 가격이 하락하여 범용화되면서 보조 기억장치에 의존하는 임베디드 시스템이 늘어나고 있다.

리눅스에서 지원하는 파일 시스템은 FAT-16, FAT-32, NTFS, Ext2, Ext3, Ext4 등이다. 각 파일 시스템은 구조와 메커니즘 특성에 따라 장단점이 존재한다. 또한 하드 디스크와 달리 플래시 메모리에서는 다른 특성을 보이며, 리눅스 운영체제에서는 다른 운영체제와 또 다른 특성을 보인다. 따라서 리눅스 운영체제하에서 어떤 플래시 파일 시스템을 선택하는가에 따라 임베디드 시스템의 전체 성능에 큰 영향을 미치게 된다.

이 논문에서는 리눅스 환경에서 임베디드 시스템의 파일 시스템을 선택하는데 고려해야 할 요소를 고찰하고자 한다. 파일 시스템의 종류에 따라 파일 시스템에 대한 접근 방법, 응용 프로그램

의 행동 패턴 등에 각각 어떠한 성능을 보이는지 연구한다.

II. 기존 파일 시스템

2.1 FAT 파일 시스템

FAT(File Allocation Table) 파일 시스템은 단순한 구조를 가지고 있으며 FAT 영역에 별도로 파일의 데이터 블록 리스트를 저장하고 있다. 따라서 FAT 내용만으로 모든 파일의 배치 구조를 알 수 있는 장점이 있다. 그러나 FAT의 손상은 전체 파일 시스템을 손상시키게 되며 디렉터리 접근 후 다시 FAT에 접근해야 하는 단점이 있다. 그림 1은 FAT 파일 시스템의 개념도이다.[4]

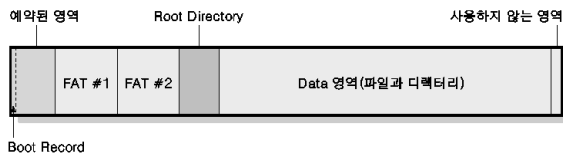


그림 1. FAT 파일 시스템

2.2 Ext 파일 시스템

Ext(Extended) 파일 시스템은 파일 시스템을 여러 블록 그룹으로 쪼개어 별도 관리하여 다소 복잡한 구조를 가진다. 각 블록 그룹은 i-node로 파일 정보를 저장하는 방법을 채택하며 Bitmap들을 도입하여 빠른 검색을 지원한다. Ext2는 검색 시 블록 그룹부터 찾아야 하는 오버헤드와 Super Block과 Group Descriptor Table의 동기화를 유지해야 하는 오버헤드를 가진다. 그러나 블록 그룹에 의한 clustering으로 성능 향상이 가능하다. 그림 2는 Ext 파일 시스템의 디스크 구조이다.[4]

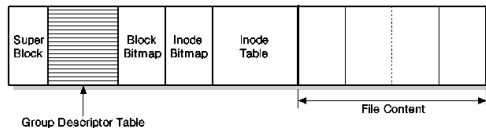


그림 2. Ext2 파일 시스템

III. 파일 시스템의 성능 비교

3.1 기본 접근 메카니즘 비교

FAT 파일 시스템은 root 디렉터리에 위치한 파일의 read/write를 위해 최소 4번(Boot Record, Root Dir, FAT, Data)의 디스크 접근이 필요하다. Ext 파일 시스템은 root 디렉터리에 위치한 파일의 read를 위해 최소 4번(Super Block, Group Descriptor Table, Inode Table, Data)의 디스크 접근으로 파일 내용을 확인할 수 있다. 또한 write를 위해 최소 6번(read + Block Bitmap +

Inode Bitmap)의 디스크 접근이 필요하다.

FAT 파일 시스템은 FAT#2의 동기화 오버헤드만 존재한다. 반면 Ext 파일 시스템은 Super Block, Group Descriptor Table의 동기화 오버헤드와 Bitmap 2개의 상태 수정 오버헤드가 존재한다.

3.2 read/write 접근 방법 비교

파일에 대한 read 순차/랜덤 접근은 FAT 파일 시스템에 비해 Ext 파일 시스템이 조금 높은 성능을 보일 것이다. 데이터 블록 리스트가 FAT과 달리 한 i-node에 모여 있기 때문이다.

파일에 대한 write 순차/랜덤 접근은 FAT 파일 시스템이 Ext 파일 시스템보다 높은 성능을 보일 것이다. Ext는 Data Bitmap과 Inode Bitmap을 참조해야 하는 오버헤드 때문이다.

3.3 입출력 블록 크기 비교

일반적으로 파일 시스템의 블록 크기에 따른 장단점은 잘 알려져 있다. FAT 파일 시스템은 16Kb, 32Kb, 64Kb의 cluster 크기를 지원하며 Ext 파일 시스템은 1Kb 또는 4Kb 블록 크기를 지원한다. 파일에 접근하는 블록의 크기가 변화될수록 상이한 접근 성능을 보일 것이다.

작은 블록의 접근에는 Ext 파일 시스템이 나은 성능을 보일 것이다. 기본 블록 크기가 FAT이 더 크기 때문이다. 반면 큰 블록의 접근에는 FAT 파일 시스템이 나은 성능을 보일 것이다. Ext는 한 블록의 접근에 여러 번의 디스크 접근이 필요하기 때문이다.

3.4 운영체제 종류 비교

동일한 비교 분석을 리눅스외의 운영체제에서 동일하게 실시하여 비교 분석한다. 예를 들어 Windows 7에서 플래시 파일 시스템에 접근하는 성능이 일부는 리눅스보다 우수할 수 있다. 이를 비교 분석하면 리눅스 기반 임베디드 시스템에서 주된 작업에 적합한 파일 시스템을 채택할 수 있다.

3.5 미디어 종류 비교

동일한 비교 분석을 플래시 메모리외의 미디어에서 동일하게 실시하여 비교 분석한다. 예를 들어 SATA 하드 디스크에서의 성능이 플래시 파일 시스템에 접근하는 성능보다 전반적으로 우수하다. 그러나 상대적으로 차이가 적게 보이는 접근 방법이 있다. 이를 비교 분석하면 플래시 파일 시스템의 특성을 이해할 수 있다.

IV. 결론

이 논문에서는 리눅스 환경에서 임베디드 시스템의 플래시 파일시스템 성능에 대하여 고찰하였다. 특히 FAT 파일 시스템과 Ext 파일 시스템을

대상으로 다양한 접근 방법에 대한 성능을 비교 분석하였다. 그리고 이를 다른 운영체제 환경에서 동일하게 비교 분석하면 리눅스 기반 임베디드 시스템에서 주된 작업에 적합한 파일 시스템을 채택할 수 있다. 또한 플래시 메모리 외의 다른 미디어에서 동일하게 비교 분석하면 상대적 성능 차이를 통하여 플래시 파일 시스템의 특성을 이해할 수 있다.

향후 실험에 의한 정확한 결과 도출로 추론과 비교 분석이 필요하며 보다 다양한 성능 비교 인자를 개발하여 비교 분석하는 실험과 연구가 필요하다. 또한 표준 벤치마크 프로그램에 의한 성능 비교도 필요하다.

참고문헌

- [1] 이병권, 주영관, 김석일, 전중남, “유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 임베디드 파일 시스템”, 한국퍼지 및 지능시스템학회지, 제14권 4호, 2004
- [2] Sunhwa Park, "New techniques for real-time FAT file system in mobile multimedia devices", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Volume 52, Issue 1, 2006
- [3] 김아람, 이인환, “임베디드 응용을 위한 플래시 메모리와 하드디스크 파일 시스템의 성능 평가”, 한국정보과학회 학술발표논문집, 2007
- [4] 정준석, 정원용, “임베디드 개발자를 위한 파일시스템의 원리와 실습”, 한빛미디어, 2007
- [5] Soledad Escolar Díaz, Florin Isaila, Alejandro Calderón Mateos, Luis Miguel Sanchez García, David E. Singh, “SENFIS: a Sensor Node File System for increasing the scalability and reliability of Wireless Sensor Networks applications”, The Journal of supercomputing Volume 51, Number 1, 2009
- [6] 최민석, “리눅스 환경에서 SSD를 위한 파일 시스템 성능 분석”, 한양대학교 전자통신컴퓨터공학 석사학위논문, 2009
- [7] 정병국, “Performance upgraded FAT file system in low-end mobile phone”, 고려대학교 석사학위논문, 2011