

Ext4 파일 시스템에서 지연할당의 효율성

The Effectiveness of Delayed Allocation On Ext4 Filesystem

JunHo Han

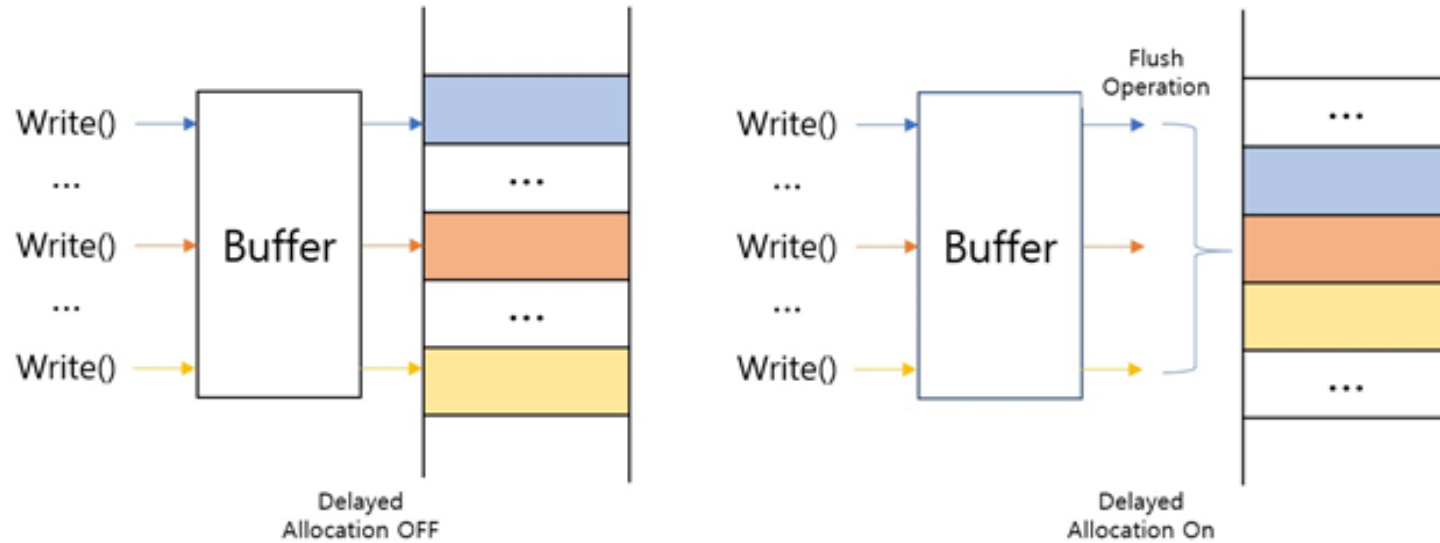
Dept. of Computer Engineering, Dongguk University-Gyeongju

pome95@kakao.com

목차

1. Delayed Allocation
2. 실험 과정
3. 실험 및 결과
4. 결론 및 향후 과제

1. Delayed Allocation



- Delayed Allocation은 지연 할당이라는 기술로 Ext4 파일 시스템에 도입된 새로운 블록 할당 기법이다.
- 기존의 Ext3 파일 시스템과 달리 write() 함수가 호출 되어 바로 블록을 할당하지 않고 버퍼 캐시에 유지시켜 파일이 실제 디스크에 쓰일 때까지 블록 할당을 최대한 지연시키고 그로 인해 같은 파일에 대해서는 인접한 공간에 할당을 하게 되고 내부 단편화를 줄일 뿐 아니라 CPU의 사용량도 줄일 수 있다.

2. 실험

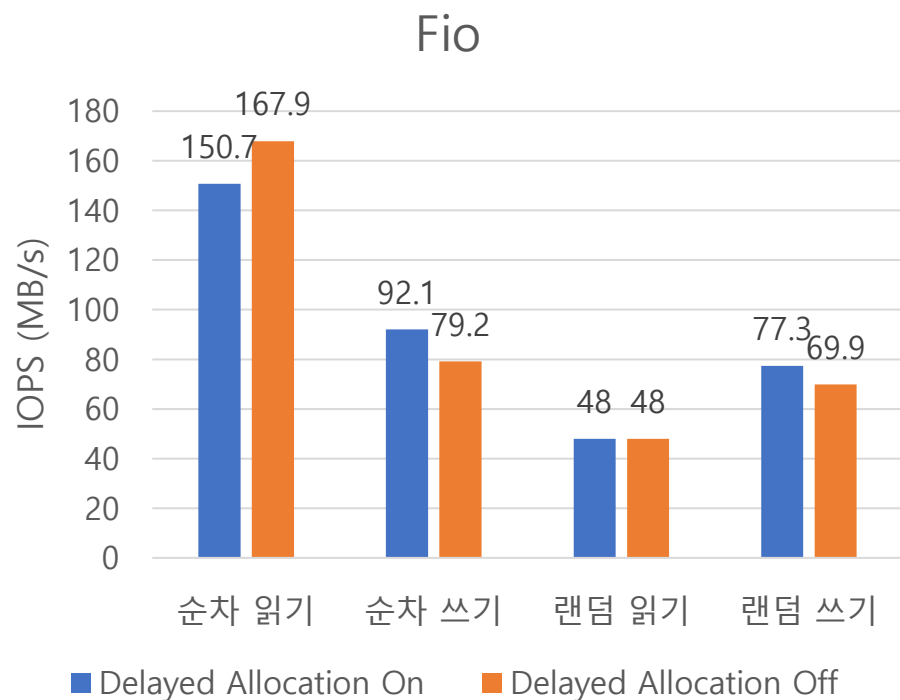
2.1 사양

CPU	Intel® Core™ i7-8700 CPU @ 3.2GHz
Memory	Samsung DDR4 8GB x 4 (32GB)
Storage	Samsung SSD 860 PRO (256GB)
OS	Ubuntu 20.04 LTS
File System	Ext4 File system
Kernel	5.4.0 – 29
Benchmark	Fio 3.16 / Filebench 1.4.9 , 1.5 / YCSB 0.18.0 / Blktrace , Blkparse

2.2 실험

- 지연할당의 유/무 조건을 위해 실험에 사용할 SSD를 마운트 할 때 `nodelalloc` 옵션을 적용 (default = `delalloc`)
- DRAM만으로 연산 되는 것을 막기 위해 주어진 DRAM의 용량 보다 더 큰 40GB의 파일로 IO를 측정
- 각 벤치마크에 실험에 맞는 옵션을 적용하여 진행
- 각 벤치마크마다 최소 3번이상의 실험을 진행 후 평균 값으로 결과 값을 출력

3. 실험 및 결과



3.1 Fio

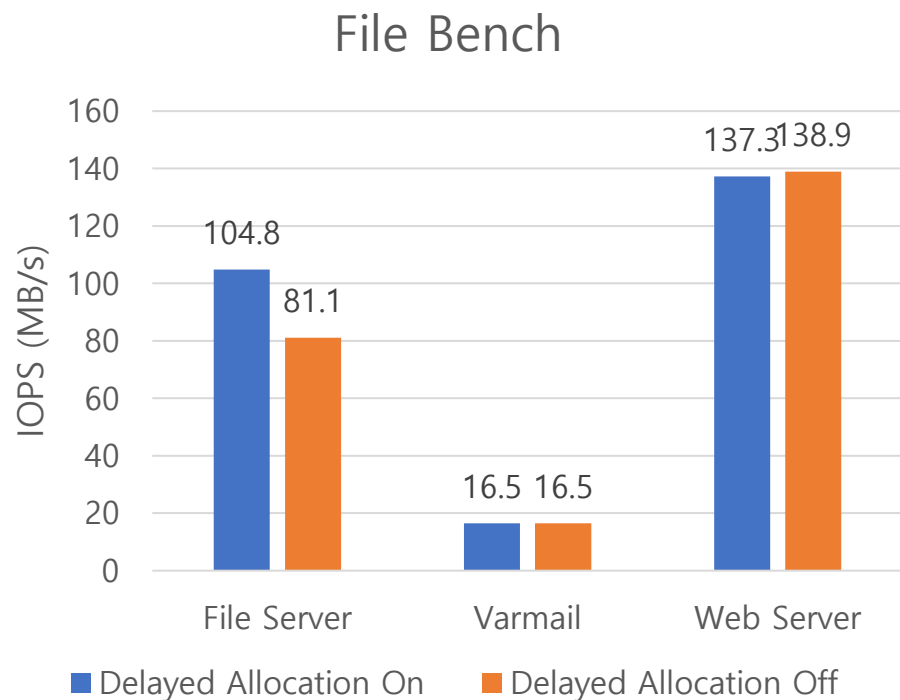
- 실험

- 40GB의 파일로 순차 읽기/쓰기, 랜덤 읽기/쓰기 실험을 진행
- 각각 1시간씩 5번 진행하여 그 평균 값을 나타냈다.

- 결과

- 순차 쓰기의 경우 지연 할당 적용시 약 15% 성능 향상
- 랜덤 쓰기의 경우 지연 할당 적용시 약 10% 성능 향상

3. 실험 및 결과



3.2 File Bench

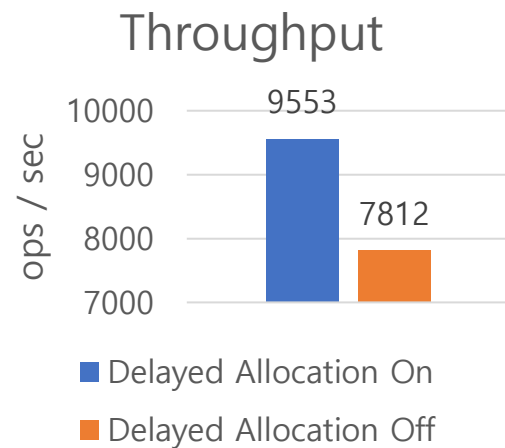
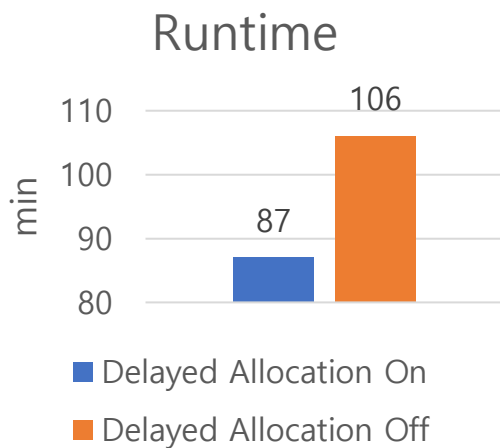
- 실험

- 40GB의 파일로 Filebench 내에 여러 벤치 마크 중 Fileserver, Varmail, Webserver로 실험을 진행
- 각각 1시간씩 5번 진행하여 그 평균 값을 나타냈다.

- 결과

- Varmail과 Webserver에서 지연 할당에 따른 성능 차이 미비
- Fileserver에 경우 지연 할당 적용시 약 23% 성능 향상

3. 실험 및 결과



3.3 YCSB

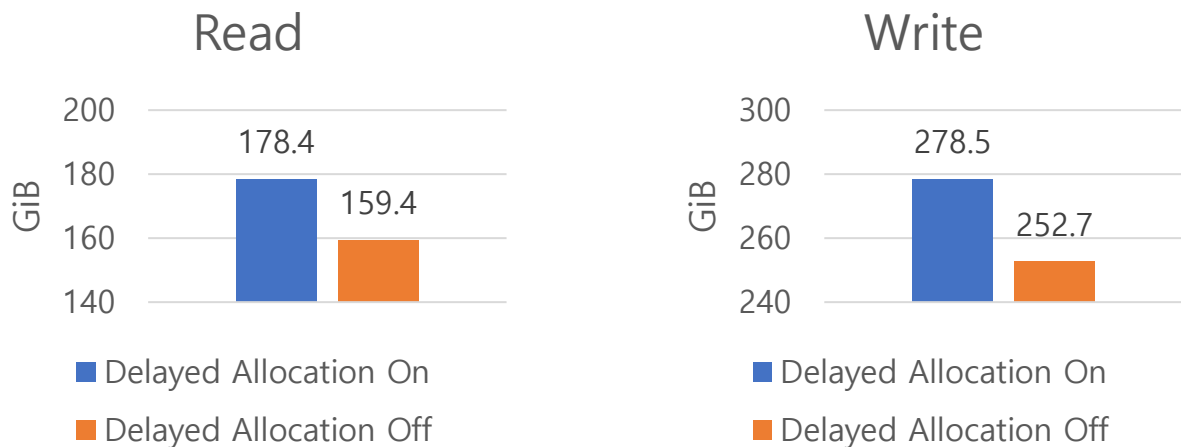
- 실험

- YCSB내에 여러 벤치 마크 중 Rocksdb를 사용하여 진행
- A부터 F까지의 각 워크로드 마다 실험을 진행
- Record Count와 Operation Count를 50,000,000으로 설정하고 걸리는 시간과 초당 처리량을 측정

- 결과

- Workload A의 경우 가장 큰 성능 향상을 보임
- 지연 할당 적용시 약 18% 더 빠르게 실험이 종료되고 그 시간 동안 약 19% 더 많은 양의 데이터를 처리

3. 실험 및 결과



3.4 Blktrace, Blkparse

- 실험

- YCSB내에 여러 벤치 마크 중 Rocksdb를 사용하여 진행
- 실험을 진행하는 동안 blktrace와 blkparse를 같이 실행하여 처리되는 양을 측정

- 결과

- 이전 실험과 같은 조건으로 실행 후 그 결과 Read의 경우 약 11%, Write의 경우 약 10% 더 많은 데이터 양을 처리

4. 결론 및 향후 연구

- Linux의 Ext4 파일시스템에서 Delayed Allocation의 효율성을 알아보기 위해 다양한 벤치마크 프로그램을 통해 SSD의 I/O 성능을 분석하였고 Delayed Allocation이 SSD의 성능에 좋은 영향이 끼친다는 결과를 얻었다
- 향후 SSD뿐 아니라 다양한 저장 장치들이 개발이 될 것이다. 더 빠르고 더 효율적인 활용을 위해 Delayed Allocation과 같이 디스크의 효율을 높일 수 있는 다양한 방법들을 활용하여 I/O 성능을 비교하고 성능 향상을 위한 새로운 방법들을 찾아내며 분석할 예정이다.