



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월01일  
(11) 등록번호 10-1548689  
(24) 등록일자 2015년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 12/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0190885

(22) 출원일자 2014년12월26일

심사청구일자 2014년12월26일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140040998 A\*

KR1020130050124 A\*

KR1020070061345 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

성균관대학교산학협력단

경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교  
내 (천천동)

(72) 발명자

신동균

서울특별시 강남구 선릉로 221, 103동 705호 (도  
곡동, 도곡렉슬아파트)

곽현호

경기도 부천시 원미구 계남로 195, 307동 604호  
(중동, 설악마을아파트)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 임정복

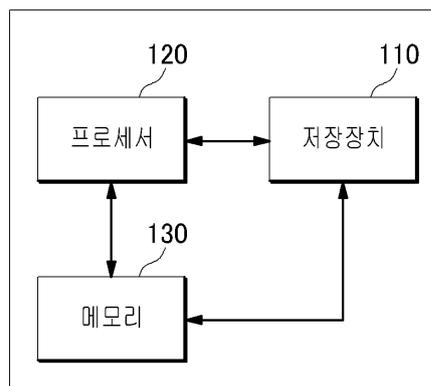
(54) 발명의 명칭 파일 시스템에서의 부분 가비지 컬렉션 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 파일시스템을 운영하는 프로그램이 저장된 저장장치 및 저장장치에 저장된 프로그램을 운영하는 프로세서를 포함하고, 프로세서는 프로그램의 실행에 따라, 저장장치에 저장되는 파일에 대한 쓰기 요청이 발생하면, 파일 시스템에 포함된 하나 이상의 파일 쓰기 방법에 기초하여 저장장치에 파일을 쓰기 위한 각각의 오버헤드를 계산하고, 오버헤드가 가장 작은 파일 쓰기 방법을 선택하여 저장장치에 파일을 기록한다. 이때, 파일 쓰기 방법은 유희공간 재활용 및 가비지 컬렉션이고, 가비지 컬렉션은 파일이 복사될 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 내부 세그먼트 복사 및 파일이 복사될 세그먼트에 포함된 유효 블록을 세그먼트와 상이한 콜드 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 외부 세그먼트 복사 중 어느 하나이다.

대표도 - 도1

100



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711006584

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발

연구과제명 스마트TV 2.0 소프트웨어 플랫폼

기여율 1/1

주관기관 성균관대학교산학협력단

연구기간 2013.12.01 ~ 2014.11.30

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

컴퓨팅 장치에 있어서,

파일시스템을 운영하는 프로그램이 저장된 저장장치 및

상기 저장장치에 저장된 프로그램을 운영하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 프로그램의 실행에 따라,

상기 저장장치에 저장되는 파일에 대한 쓰기 요청이 발생하면, 상기 파일 시스템에 포함된 하나 이상의 파일 쓰기 방법에 기초하여 상기 저장장치에 상기 파일을 쓰기 위한 각각의 오버헤드를 계산하고, 상기 하나 이상의 파일 쓰기 방법 중 상기 오버헤드가 가장 작은 파일 쓰기 방법을 선택하여 상기 저장장치에 상기 파일을 기록하되,

상기 파일 쓰기 방법은 유희공간 재활용, 내부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션 및 외부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션이고,

상기 내부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션은 상기 파일이 복사될 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 것이고,

상기 외부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션은 상기 파일이 복사될 세그먼트에 포함된 유효 블록을 상기 세그먼트와 상이한 콜드 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 것인 컴퓨팅 장치.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 저장장치에 대한 체크포인트를 수행하는데 따른 처리 시간에 기초하여 상기 내부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션 및 상기 외부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션에 대한 오버헤드를 산출하는 것인 컴퓨팅 장치.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 내부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션의 오버헤드는 상기 파일이 저장될 세그먼트에 포함된 유효 블록의 수 및 상기 파일이 저장될 세그먼트의 평균 빈 공간의 크기에 기초하여 계산되는 것인 컴퓨팅 장치.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 외부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션의 오버헤드는 상기 파일이 저장될 세그먼트에 포함된 유효 블록의 수 및 상기 파일이 저장될 세그먼트와 상이한 하나 이상의 세그먼트의 평균 빈 공간의 크기에 기초하여 계산되는 것인 컴퓨팅 장치.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,

상기 오버헤드는 처리 시간인 컴퓨팅 장치.

**청구항 7**

파일 시스템의 부분 가비지 컬렉션 방법에 있어서,

저장장치에 저장되는 파일에 대한 쓰기 요청이 발생하는 단계;

상기 파일 시스템에 포함된 하나 이상의 파일 쓰기 방법에 기초하여 상기 저장장치에 파일을 쓰기 위한 각각의 오버헤드를 계산하는 단계;

상기 하나 이상의 파일 쓰기 방법 중 상기 계산된 오버헤드가 가장 작은 파일 쓰기 방법을 선택하는 단계; 및

상기 선택된 파일 쓰기 방법에 기초하여 상기 저장장치에 상기 파일을 기록하는 단계를 포함하되,

상기 파일 쓰기 방법은 유휴공간 재활용, 내부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션 및 외부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션이고,

상기 내부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션은 상기 파일이 복사될 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 것이고,

상기 외부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션은 상기 파일이 복사될 세그먼트에 포함된 유효 블록을 상기 세그먼트와 상이한 콜드 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 것인 부분 가비지 컬렉션 방법.

### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 오버헤드가 가장 작은 파일 쓰기 방법을 선택하는 단계는,

상기 저장장치에 대한 체크포인트를 수행하는데 따른 처리 시간에 기초하여 상기 내부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션 및 상기 외부 세그먼트 복사 기반 가비지 컬렉션에 대한 오버헤드를 산출하는 부분 가비지 컬렉션 방법.

### 청구항 9

삭제

### 청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 오버헤드는 처리 시간인 부분 가비지 컬렉션 방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 파일 시스템에서의 부분 가비지 컬렉션 방법 및 장치에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 최근 솔리드 스테이트 드라이브(solid-state drive) 및 SD(secure digital) 카드와 같은 플래시 저장장치(flash storage device)가 대중화 됨에 따라, 플래시 저장장치에 특성에 적합한 파일 시스템(file system)에 대한 요구가 높아지고 있다.

[0003] 플래시 저장장치에 주로 사용되는 파일 시스템은 로그 구조 파일 시스템(log-structured file system)이다. EXT 4(extended file system 4) 등의 전통적인 파일 시스템이 제자리(in-place) 업데이트 방식을 사용하는 것과 달리, 로그 구조 파일 시스템은 플래시 저장장치에 저장된 파일에 포함된 데이터를 업데이트할 때, 이전에 기록된 블록을 무효화하고 순차적으로 새로운 블록에 업데이트된 데이터를 저장하는 다른 자리(out-of-place) 업데이트 방식을 사용한다. 그러므로 로그 구조 파일 시스템은 작은 임의 쓰기 요청을 모아서 하나의 순차 쓰기 요청으로 처리할 수 있다. 또한, 로그 구조 파일 시스템은 연속된 블록의 집합인 세그먼트(segment) 단위로 순차 쓰기가 가능하다. 그러므로 로그 구조 파일 시스템은 기존 저장장치에 비하여 파일의 쓰기 및 읽기 속도가 빠르고, 병렬적인 처리가 가능한 플래시 저장장치에 적합하다.

[0004] 로그 구조 파일 시스템은 세그먼트 단위의 순차 쓰기를 보장하기 위하여 무효 블록(invalid block)을 모아서 프

리 세그먼트를 만드는 가비지 컬렉션(garbage collection) 방법을 수행한다. 그러나 로그 구조 파일 시스템은 가비지 컬렉션 방법을 수행할 때, 오버헤드 때문에 쓰기가 지연되므로 쓰기 성능이 많이 감소할 수 있다.

[0005] 로그 구조 파일 시스템은 이러한 가비지 컬렉션 방법을 수행할 때 오버헤드 문제를 해결하기 위하여 유휴공간 재활용(slack space recycling; SSR) 방법을 사용할 수 있다. 유휴공간 재활용 방법은 데이터를 저장하기 위한 연속된 여유 공간이 부족할 때, 가비지 컬렉션을 하지 않고, 데이터를 더티 세그먼트 안의 무효 블록에 기록함으로써 가비지 컬렉션을 지연시키는 방법으로 쓰기 성능 감소를 해소할 수 있다. 그러나 유휴공간 재활용 방법은 저장장치의 임의 쓰기를 유발하기 때문에, 유휴공간 재활용 방법보다 가비지 컬렉션 방법을 수행하는 것이 오히려 쓰기 성능을 향상시킬 수 있다.

[0006] 가비지 컬렉션 방법을 수행하는 파일 시스템에 대한 종래의 기술로서, 한국 공개특허공보 제2013-0050124호(발명의 명칭: 비휘발성 메모리 장치의 가비지 컬렉션 방법)는 비휘발성 메모리 장치에서 유효 데이터 블록의 개수 및 기록된 시간, 비용-편입법, 유효 데이터 블록의 개수를 고려한 방법을 이용하여 오버헤드를 최소화하는 효율적인 가비지 컬렉션 방법을 개시하고 있다.

[0007] 또한, 한국 공개특허공보 제2011-0098279호(발명의 명칭: 버퍼의 지역성에 기초한 가비지 컬렉션을 수행하는 낸드 플래시 메모리 시스템 및 방법)는 버퍼의 지역성을 고려하여 버퍼 캐시와 플래시 메모리의 정보에 기반하여 가비지 컬렉션을 수행하는 방법 및 이를 위한 낸드 플래시 메모리 시스템을 개시하고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 실시예는 파일 시스템에서의 오버헤드를 고려한 부분 가비지 컬렉션 방법 및 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0009] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면에 따른 컴퓨팅 장치는 파일시스템을 운영하는 프로그램이 저장된 저장장치 및 저장장치에 저장된 프로그램을 운영하는 프로세서를 포함하고, 프로세서는 프로그램의 실행에 따라, 저장장치에 저장되는 파일에 대한 쓰기 요청이 발생하면, 파일 시스템에 포함된 하나 이상의 파일 쓰기 방법에 기초하여 저장장치에 파일을 쓰기 위한 각각의 오버헤드를 계산하고, 오버헤드가 가장 작은 파일 쓰기 방법을 선택하여 저장장치에 파일을 기록한다. 이때, 파일 쓰기 방법은 유휴공간 재활용 및 가비지 컬렉션이고, 가비지 컬렉션은 파일이 복사될 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 내부 세그먼트 복사 및 파일이 복사될 세그먼트에 포함된 유효 블록을 세그먼트와 상이한 콜드 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 외부 세그먼트 복사 중 어느 하나이다.

[0011] 또한, 본 발명의 제 2 측면에 따른 파일 시스템의 부분 가비지 컬렉션 방법은 저장장치에 저장되는 파일에 대한 쓰기 요청이 발생하는 단계; 파일 시스템에 포함된 하나 이상의 파일 쓰기 방법에 기초하여 저장장치에 파일을 쓰기 위한 각각의 오버헤드를 계산하는 단계; 오버헤드가 가장 작은 파일 쓰기 방법을 선택하는 단계; 및 선택된 파일 쓰기 방법에 기초하여 저장장치에 파일을 기록하는 단계를 포함한다. 이때, 파일 쓰기 방법은 유휴공간 재활용 및 가비지 컬렉션이고, 가비지 컬렉션은 파일이 복사될 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 내부 세그먼트 복사 및 파일이 복사될 세그먼트에 포함된 유효 블록을 세그먼트와 상이한 콜드 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 외부 세그먼트 복사 중 어느 하나이다.

**발명의 효과**

[0012] 전술한 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 본 발명의 일 실시예는 유휴공간 재활용 및 가비지 컬렉션 중 오버헤드가 적은 방법을 선택적으로 사용함으로써, 저장장치에 대한 쓰기 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예는 부분 가비지 컬렉션 방법을 위한 체크포인트를 수행하여, 데이터 일관성을 유지할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 쓰기 방법에 대한 예시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 체크포인트에 대한 예시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 시스템의 부분 가비지 컬렉션 방법의 순서도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 쓰기 방법을 선택하는 것에 대한 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0014] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였다.
- [0015] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0016] 이하에서는 도 1 내지 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치를 설명한다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(100)의 구성도이다.
- [0018] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(100)는 저장장치(110) 및 프로세서(120)를 포함한다.
- [0019] 이때, 본 발명의 일 실시예를 따른 컴퓨팅 장치(100)는 서버(server), 워크스테이션(workstation), 데스크톱 컴퓨터(desktop computer) 및 노트북 컴퓨터(notebook computer) 등 일반적인 컴퓨터와 스마트폰(smartphone), 및 태블릿 PC 등 스마트 디바이스(smart device) 등을 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 저장장치(110)는 파일 시스템을 운영하는 프로그램이 저장된다. 여기에서 저장장치(110)는 콤팩트 플래시(compact flash; CF) 카드, SD 카드, 메모리 스틱(memory stick), 솔리드 스테이트 드라이브 및 마이크로 SD 카드 등과 같은 플래시 메모리(flash memory) 일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(10)는 메모리(130)를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 이때, 메모리(130)는 휘발성 메모리를 통칭하는 것이다. 프로세서(120)는 저장장치(110)에 저장된 파일을 메모리(130)에 로드하고 업데이트 할 수 있다.
- [0023] 예를 들어, 메모리(130)는 FPM DRAM(fast page mode DRAM), EDO DRAM(extended data out DRAM), SDRAM(synchronous DRAM), DDR SDRAM(double data rate SDRAM), DDR2 SDRAM(double data rate 2 SDRAM), DDR3 SDRAM(double data rate 3 SDRAM) 등과 같은 DRAM(dynamic random access memory) 및 bipolar SRAM, CMOS SRAM 등과 같은 SRAM(static random access memory) 등을 포함할 수 있다.
- [0024] 한편, 파일 쓰기 요청은 프로세서(120)가 새로운 파일을 생성하고 저장장치(110)에 저장할 때 발생할 수 있다. 또한, 파일 쓰기 요청은 프로세서(120)가 이미 저장장치(110)에 저장된 파일을 메모리(130)에 로드하고, 일 부분을 업데이트 하였을 경우, 저장장치(110)에 이를 반영하기 위하여 발생할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세서(120)는 프로그램의 실행에 따라, 저장장치(110)에 저장되는 파일에 대한 쓰기 요청이 발생하면, 파일 시스템에 포함된 하나 이상의 파일 쓰기 방법에 기초하여 저장장치(110)에 파일을 쓰기 위한 각각의 오버헤드를 계산한다. 그리고 프로세서(120)는 오버헤드가 계산되면, 오버헤드가 가장 작은 파일 쓰기 방법을 선택하여 저장장치(110)에 파일을 기록한다.
- [0026] 이때, 파일 시스템은 F2FS(Flash-friendly file system)에 기반한다. 로그 구조 파일 시스템 중 하나인 F2FS는 플래시 메모리의 특성에 맞추어 설계된 파일 시스템이다. F2FS는 메타데이터(metadata)와 데이터를 구분하여 관리한다. 메타데이터는 파일 시스템에 앞 부분의 슈퍼 블록(super block), 체크포인트 영역(checkpoint area), SIT(segment information table), SSA(segment summary area) 및 NAT(node address table)에 제자리 업데이트 방식으로 저장한다. 데이터는 주 영역의 세그먼트에 순차적으로 저장되며, 데이터의 업데이트 빈도에 따라 핫(hot), 웜(warm), 콜드(cold) 타입의 세그먼트로 구분된다. 이때, 가비지 컬렉션이 발생하면, 복사되는

유효 블록은 자주 업데이트 되지 않는다고 판단되어 콜드 세그먼트로 옮겨진다. 또한, F2FS는 데이터의 일관성 유지를 위하여 체크포인트(checkpoint)을 수행한다.

[0027] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 시스템에서 사용되는 파일 쓰기 방법은 유휴공간 재활용 방법 및 가비지 컬렉션 방법이 있다.

[0028] 다음은 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 쓰기 방법에 대하여 도 2를 참조하여 설명한다.

[0029] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 쓰기 방법에 대한 예시도이다.

[0030] 도 2의 (a)는 유휴공간 재활용 방법에 대한 예시도이다. 도 2의 (a)를 참조하면, 저장장치(110)에 저장되는 파일에 포함된 데이터가 "B1" 내지 "B5"이라고 할 때, 프로세서(120)는 "세그먼트 21"의 무효 블록에 순차적으로 데이터를 저장할 수 있다. 그러나 "세그먼트 21"에는 중간 부분에 이미 유효 블록 "B6"이 저장되어 있기 때문에, 파일에 포함된 데이터를 저장할 연속된 5개의 블록을 확보할 수 없다. 그러므로 프로세서(120)는 "세그먼트 21"에 존재하는 유효 블록에 따라, 데이터를 "B1" 내지 "B3" 및 "B4" 내지 "B5"로 나누어 쓰기 요청을 할 수 있다. 즉, 도 2의 (a)와 같이 유휴공간 재활용 방법을 수행하는 경우 쓰기 요청은 총 2회 실시된다.

[0031] 만약, 도 2의 (a)에서 가비지 컬렉션 방법을 이용하여 "B6"을 다른 세그먼트로 이동시키면, 파일 시스템은 "세그먼트 21"에 "B1" 내지 "B5"을 저장할 수 있는 충분한 공간을 확보할 수 있고, 쓰기 요청 1번만으로 순차적인 쓰기가 가능해 진다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 시스템은 가비지 컬렉션 방법으로 내부 세그먼트 복사 및 외부 세그먼트 복사를 포함한다. 이때, 내부 세그먼트 복사는 파일이 복사될 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 것이다. 또한, 외부 세그먼트 복사는 파일이 복사될 세그먼트와 상이한 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 것이다. 이때, 상이한 세그먼트는 콜드 세그먼트가 될 수 있다.

[0033] 도 2의 (b)는 외부 세그먼트 복사의 예이며, 도 2의 (c)는 내부 세그먼트 복사의 예이다.

[0034] 도 2의 (b)를 참조하면, 프로세서(120)는 외부 세그먼트 복사에 기초하여 "세그먼트 21"의 중간에 있는 "B6"을 "세그먼트 6"의 무효 블록으로 이동하는 가비지 컬렉션을 수행할 수 있다. 외부 세그먼트 복사에 기초한 가비지 컬렉션을 수행한 이후 "세그먼트 21"는 5개의 블록을 저장할 수 있는 연속된 무효 블록을 확보할 수 있다.

[0035] 그리고 도 2의 (c)를 참조하면, 프로세서(120)는 내부 세그먼트 복사에 기초하여 "세그먼트 21"의 중간에 있는 "B6"을 "세그먼트 21"의 무효 블록으로 이동하는 가비지 컬렉션을 수행할 수 있다. 구체적으로 프로세서(120)는 "세그먼트 21"에서 저장하고자 하는 블록의 개수를 고려하여, "세그먼트 21"의 무효 블록 중 어느 하나로 이동한다. 내부 세그먼트 복사에 기초한 가비지 컬렉션을 수행한 이후, 프로세서(120)는 외부 세그먼트 복사와 마찬가지로 "세그먼트 21"에 5개의 블록을 저장할 수 있는 연속된 무효 블록을 확보할 수 있다.

[0036] 한편, 프로세서(120)는 유휴공간 재활용 방법 및 가비지 컬렉션 방법 중 어느 하나를 선택하기 위하여 오버헤드를 계산한다. 이때, 오버헤드는 유휴공간 재활용 방법 및 가비지 컬렉션 방법을 수행하는데 소요되는 처리 시간일 수 있다.

[0037] 또한, 프로세서(120)는 내부 세그먼트 복사 오버헤드 및 외부 세그먼트 복사 오버헤드를 비교하여 가비지 컬렉션을 선택할 수 있다. 만약 내부 세그먼트 복사의 오버헤드가 외부 세그먼트 복사의 오버헤드보다 큰 경우, 프로세서(120)는 외부 세그먼트 복사를 가비지 컬렉션으로 선택할 수 있다. 이와 반대로, 내부 세그먼트 복사의 오버헤드가 외부 세그먼트 복사의 오버헤드보다 작은 경우, 프로세서(120)는 내부 세그먼트 복사를 가비지 컬렉션으로 선택할 수 있다.

[0038] 이때, 유휴공간 재활용 방법의 오버헤드는 세그먼트에 각각의 유효 블록에 파일을 저장하는 시간으로 계산할 수

있다. 임의의 세그먼트에  $H_{Left}$  및  $H_{Right}$  크기의 연속된 무효 블록이 존재할 때, 유휴공간 재활용 방법의 오버헤드인  $T$  순차 는 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$T_{\text{순차}}(H_L, H_R) = H_L \cdot T_w(H_L) + H_R \cdot T_w(H_R)$$

[0039]

이때, 수학식 1에서  $T_r(n)$  은 n개의 블록에 대한 읽기 요청을 하나의 읽기 요청으로 처리할 때 하나의 블록에 대한 읽기 요청을 처리하는 시간을 나타낸다. 또한,  $T_w(n)$  은 n개의 블록에 대한 쓰기 요청을 하나의 쓰기 요청으로 처리할 때 하나의 블록에 대한 쓰기 요청을 처리하는 시간을 나타낸다.

[0040]

수학식 1을 참조하면, 유휴공간 재활용 방법의 오버헤드는  $H_{\text{Left}}$  개의 연속된 무효 블록에 사용자 쓰기를 처리하는 시간 및  $H_{\text{Right}}$  개의 연속된 무효 블록에 사용자 쓰기를 처리하는 시간의 합으로 계산될 수 있다.

[0041]

또한, 외부 세그먼트 복사의 오버헤드는 파일이 저장될 세그먼트에 포함된 유효 블록의 수 및 파일이 저장될 세그먼트와 상이한 세그먼트의 평균 빈 공간 크기에 기초하여 계산될 수 있다. 그러므로 외부 세그먼트 복사의 오버헤드  $T_{\text{외부}}$  는 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[0042]

수학식 2

$$T_{\text{외부}}(H_{\text{Left}}, H_{\text{Right}}, B_{\text{valid}}, H_{\text{avg}}^{\text{외부}}) = (H_{\text{Left}} + H_{\text{Right}}) \cdot T_w(H_{\text{Left}} + H_{\text{Right}} + B_{\text{valid}}) + B_{\text{valid}} \cdot T_r(B_{\text{valid}}) + B_{\text{valid}} \cdot T_w(H_{\text{avg}}^{\text{외부}})$$

[0043]

수학식 2를 참조하면, 외부 세그먼트 복사에서는 파일이 저장될 세그먼트에 유효 블록  $B_{\text{valid}}$  개를 복사하여  $B_{\text{valid}}$  개의 무효 블록을 생성하면,  $H_{\text{Right}} + B_{\text{valid}} + H_{\text{Left}}$  크기의 쓰기 공간을 확보할 수 있다.

[0044]

따라서,  $H_{\text{Right}} + H_{\text{Left}}$  개의 유효 블록에 대한 사용자 쓰기 요청을 하나의 쓰기 요청으로 합쳐서 처리할 수 있으므로, 쓰기 시간은  $(H_{\text{Left}} + H_{\text{Right}}) \cdot T_w(H_{\text{Left}} + H_{\text{Right}} + B_{\text{valid}})$  이 될 수 있다.

[0045]

또한,  $B_{\text{valid}}$  개의 유효 블록을 무효 블록으로 변환하기 위한 오버헤드는  $B_{\text{valid}}$  개의 블록을 읽는 시간  $B_{\text{valid}} \cdot T_r(B_{\text{valid}})$  과 외부 세그먼트 쓰기를 수행할 외부의 콜드 세그먼트에 쓰는 시간  $B_{\text{valid}} \cdot T_w(H_{\text{avg}}^{\text{외부}})$  의 합으로 계산할 수 있다. 이때,  $H_{\text{avg}}^{\text{외부}}$  는 외부의 콜드 세그먼트의 연속된 무효 블록의 평균 크기이다.

[0046]

내부 세그먼트 복사는 파일이 저장될 세그먼트에 포함된 유효 블록의 수 및 파일이 저장될 세그먼트의 평균 빈 공간의 크기에 기초하여 계산될 수 있다. 내부 세그먼트 복사의 오버헤드  $T_{\text{내부}}$  는 수학식 3과 같다.

수학식 3

$$T_{내부}(H_L, H_R, B_{valid}, H_{avg}^{내부}) = (H_L + H_R) \cdot T_w \cdot (H_L + H_R) + B_{valid} \cdot T_r(B_{valid}) + B_{valid} \cdot T_w(H_{avg}^{내부})$$

[0047]

[0048] 수학식 3을 참조하면, 내부 세그먼트 복사의 오버헤드는 외부 세그먼트 복사의 오버헤드와 유사하게 계산될 수

있다. 가비지 컬렉션을 적용한 후에는 체크포인트를 수행해야 하고,  $B_{valid}$ 개의 블록에 대한 쓰기 요청은 사용자의 쓰기 요청을 처리하기 전에 체크포인트를 수행하면서 먼저 처리되기 때문에, 같은 세그먼트 안에 쓰기

요청을 처리하더라도  $H_{Right} + H_{Left}$ 와  $B_{valid}$ 에 대한 쓰기 요청이 합쳐지지 못하고 따로

처리된다. 또한, 내부 세그먼트 쓰기를 수행할 내부 세그먼트에 쓰는 시간은  $B_{valid}$ 개의 블록을 읽는 시

간  $B_{valid} \cdot T_r(B_{valid})$ 와  $B_{valid}$ 의 블록을 세그먼트에 저장하는 시간  $B_{valid} \cdot T_w(H_{avg}^{내부})$ 의 합으로

계산할 수 있다. 이때, 식에서  $T_w(H_{avg}^{내부})$ 는 파일이 저장될 내부 세그먼트의 빈 공간의 평균 크기이다.

[0049]

한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세서(120)는 저장장치(110)에 대한 유휴공간 재활용 방법을 수행하는데 따른 오버헤드와 가비지 컬렉션 방법을 수행하는데 따른 오버헤드를 비교하여, 유휴공간 재활용 방법을 수행하는데 따른 오버헤드가 가비지 컬렉션 방법을 수행하는데 따른 오버헤드보다 큰 경우, 가비지 컬렉션 방법을 파일 쓰기 방법으로 선택할 수 있다.

[0050]

이때, 가비지 컬렉션 방법은 수행하기 위하여 체크포인트를 수행해야 한다. 그러므로 가비지 컬렉션 방법의 오버헤드는 가비지 컬렉션을 수행하는데 따른 오버헤드 및 체크포인트를 수행하는데 따른 오버헤드에 기초하여 산출될 수 있다.

[0051]

여기에서 체크포인트는 파일 쓰기 도중 쓰기 실패가 발생하는 경우, 저장장치(110)와 파일 시스템의 일관성을 유지하기 위하여 실행될 수 있다. 체크포인트는 아래에서 도 3을 참조하여 설명한다.

[0052]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 체크포인트에 대한 예시도이다.

[0053]

도 3의 (a)는 "파일 A"가 "세그먼트 11"의 블록 "a1" 내지 "a3"에 저장되고, "파일 B"가 "세그먼트 11"의 블록 "b1" 내지 "b3"에 저장될 때의 체크포인트를 수행한 이후의 상태를 나타낸다.

[0054]

만약, 도 3의 (b)와 같이, 프로세서(120)는 체크포인트를 수행한 이후에 블록 "c1" 내지 "c3"을 저장하기 위하여 가비지 컬렉션을 수행하면, "세그먼트 11"의 블록 "a1" 내지 "a3" 및 "b1" 내지 "b3"는 모두 "세그먼트 27"의 무효 블록으로 이동할 수 있다. 그러므로 블록 "a1" 내지 "a3" 및 "b1" 내지 "b3"가 저장되었던 유효 블록은 무효 블록이 된다. 그런 다음, 프로세서(120)는 블록 "c1" 내지 "c3"은 "세그먼트 11"에 무효 블록에 저장되게 된다.

[0055]

만약, "세그먼트 11"에 블록 "c1" 내지 "c3"이 저장된 다음, 갑작스럽게 시스템이 종료되거나, 오류가 발생하는 경우, 프로세서(120)는 마지막 체크포인트 된 상태에 기초하여 파일 시스템을 복구할 수 있다. 그러나 프로세서(120)는 "세그먼트 11"에 블록 "c1" 내지 "c3"이 저장된 다음 체크포인트를 수행하지 않았으므로, 도 3의 (c)와 같이 변경된 메타데이터가 저장되지 않는다. 즉, "파일 A"는 "세그먼트 27"의 "a1" 및 "a2" 대신 "세그먼트 11"의 "c1" 및 "c2"를 가리키고 있으므로 파일 시스템의 일관성이 깨질 수 있다.

[0056]

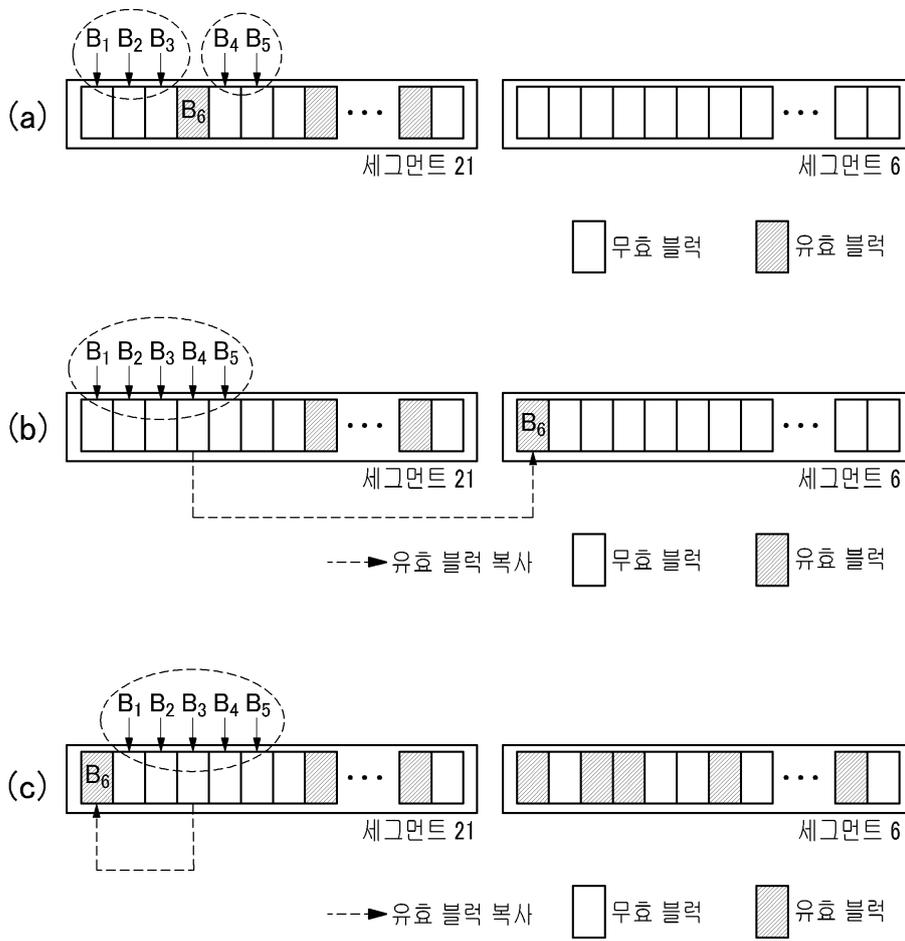
도 3의 예에서처럼, 가비지 컬렉션을 수행한 다음, 일관성 유지를 위하여 체크포인트가 필요하다. 그러므로 프로세서(120)는 체크포인트를 수행하는데 소요되는 오버헤드 및 가비지 컬렉션을 수행하는데 소요되는 오버헤드에 기초하여 가비지 컬렉션 방법의 오버헤드를 산출할 수 있다. 예를 들어, 가비지 컬렉션 방법의 오버헤드는 체크포인트를 수행하며 소요되는 오버헤드와 가비지 컬렉션을 수행하며 소요되는 오버헤드의 합으로 산출될 수

있다.

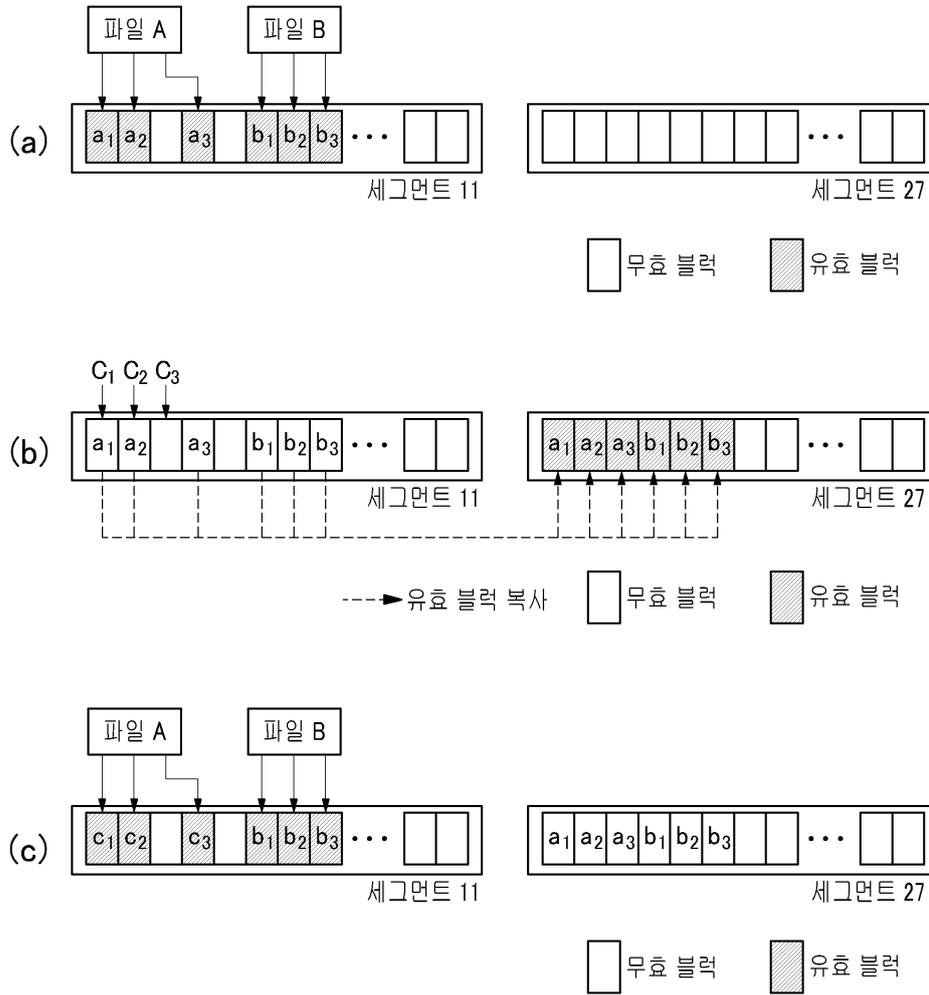
- [0057] 이렇게 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세서(120)는 저장장치에 대한 유희공간 재활용 방법을 수행하는데 따른 오버헤드와 가비지 컬렉션 방법을 수행하는데 따른 오버헤드를 각각 계산할 수 있다. 그리고 프로세서(120)는 계산된 유희공간 재활용 방법의 오버헤드와 가비지 컬렉션 방법의 오버헤드를 비교하여, 가장 오버헤드가 적게 계산된 파일 쓰기 방법을 선택할 수 있다.
- [0058] 이하에서는 도 4 및 도 5를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 시스템의 부분 가비지 컬렉션 방법을 설명한다.
- [0059] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 시스템의 부분 가비지 컬렉션 방법의 순서도이다.
- [0060] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 시스템은 저장장치(110)에 저장되는 파일에 대한 쓰기 요청이 발생하면(S400), 먼저 파일 시스템에 포함된 하나 이상의 파일 쓰기 방법에 기초하여 저장장치(110)에 파일을 쓰기 위한 각각의 오버헤드를 계산한다(S410).
- [0061] 이때, 파일 쓰기 방법은 유희공간 재활용 방법 및 가비지 컬렉션 방법을 포함한다.
- [0062] 그리고 가비지 컬렉션 방법은 내부 세그먼트 복사 및 외부 세그먼트 복사를 포함한다. 내부 세그먼트 복사는 파일이 복사될 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 것이며, 외부 세그먼트 복사는 파일이 복사될 세그먼트와 상이한 세그먼트에 가비지 컬렉션을 수행하는 것이다. 이때, 상이한 세그먼트는 콜드 세그먼트가 될 수 있다.
- [0063] 파일 시스템은 계산된 오버헤드를 기준으로 오버헤드가 가장 작은 파일 쓰기 방법을 선택한다(S420). 이때, 오버헤드는 유희공간 재활용 방법 또는 가비지 컬렉션 방법을 수행하는데 소요되는 처리 시간일 수 있다.
- [0064] 파일 쓰기 방법이 선택되면, 파일 시스템은 선택된 파일 쓰기 방법에 기초하여 저장장치(110)에 파일을 기록한다(S430).
- [0065] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 파일 쓰기 방법을 선택하는 것에 대한 순서도이다.
- [0066] 도 5를 참조하면, 파일 시스템은 오버헤드가 가장 작은 파일 쓰기 방법을 선택하기 위하여 유희공간 재활용 방법을 수행하기 위한 오버헤드를 산출하고(S500), 체크포인트를 수행하는 오버헤드를 고려하여 내부 세그먼트 복사 및 외부 세그먼트 복사의 오버헤드를 산출한다(S510).
- [0067] 그리고 파일 시스템은 각각의 오버헤드를 계산한 다음, 저장장치(110)에 대한 유희공간 재활용 방법을 수행하는데 따른 오버헤드와 내부 세그먼트 복사 및 외부 세그먼트 복사에 기초한 가비지 컬렉션 방법을 수행하는데 따른 오버헤드를 각각 비교할 수 있다(S520).
- [0068] 이때, 파일 시스템은 유희공간 재활용 방법을 수행하는데 따른 오버헤드가 가비지 컬렉션 방법을 수행하는데 따른 오버헤드보다 큰 경우, 가비지 컬렉션 방법을 파일 쓰기 방법으로 선택하고, 유희공간 재활용 방법을 이용하여 파일 쓰기를 수행할 수 있다(S530).
- [0069] 그리고 외부 세그먼트 복사에 기초한 가비지 컬렉션의 오버헤드가 가장 작은 경우, 외부 세그먼트 복사에 기초한 가비지 컬렉션을 파일 쓰기 방법으로 선택할 수 있다. 이때, 파일 시스템은 파일 쓰기 방법으로 외부 세그먼트 복사에 기초한 가비지 컬렉션을 수행할 수 있다(S540).
- [0070] 또한, 내부 세그먼트 복사에 기초한 가비지 컬렉션의 오버헤드가 가장 작은 경우, 내부 세그먼트 복사에 기초한 가비지 컬렉션을 파일 쓰기 방법으로 선택할 수 있다. 그러므로 파일 시스템은 파일 쓰기 방법으로 내부 세그먼트 복사에 기초한 가비지 컬렉션을 수행할 수 있다(S550).
- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 장치 및 파일 시스템의 부분 가비지 컬렉션 방법은 유희공간 재활용 방법 및 가비지 컬렉션 방법 중 오버헤드가 적은 방법을 선택적으로 사용함으로써, 저장장치(110)에 대한 쓰기 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예는 부분 가비지 컬렉션 방법을 위한 체크포인트를 수행하여, 데이터 일관성을 유지할 수 있다.
- [0072] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구



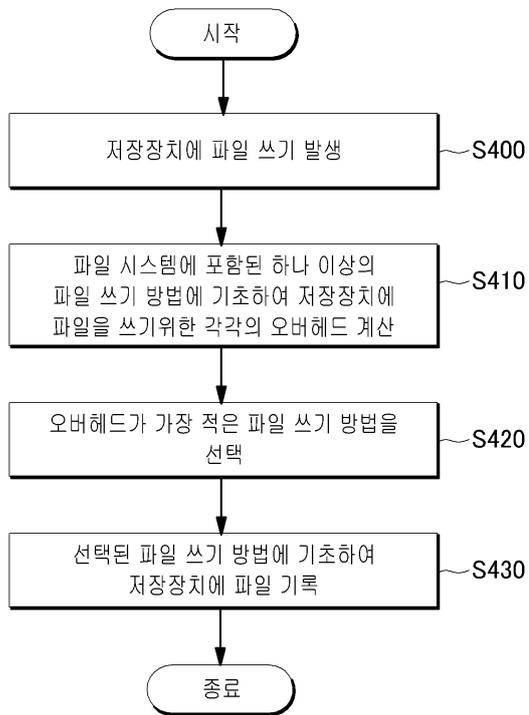
도면2



도면3



도면4



도면5

