



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월11일

(11) 등록번호 10-1497669

(24) 등록일자 2015년02월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 21/78 (2013.01) G06F 12/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0047409

(22) 출원일자 2013년04월29일

심사청구일자 2013년06월18일

(65) 공개번호 10-2014-0128685

(43) 공개일자 2014년11월06일

(56) 선행기술조사문헌

JP2009010531 A

JP2003067351 A

US20120259901 A1

JP2012027587 A

전체 청구항 수 : 총 16 항

(73) 특허권자

서울대학교산학협력단

서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

(72) 발명자

박영훈

서울 영등포구 당산로 214, 405동 2001호 (당산동5가, 삼성래미안4차아파트)

서승우

서울 관악구 관악로 1, 뉴미디어통신공동연구소 132동 405호 (신림동, 서울대학교)

(74) 대리인

김영철, 김 순 영

심사관 : 구대성

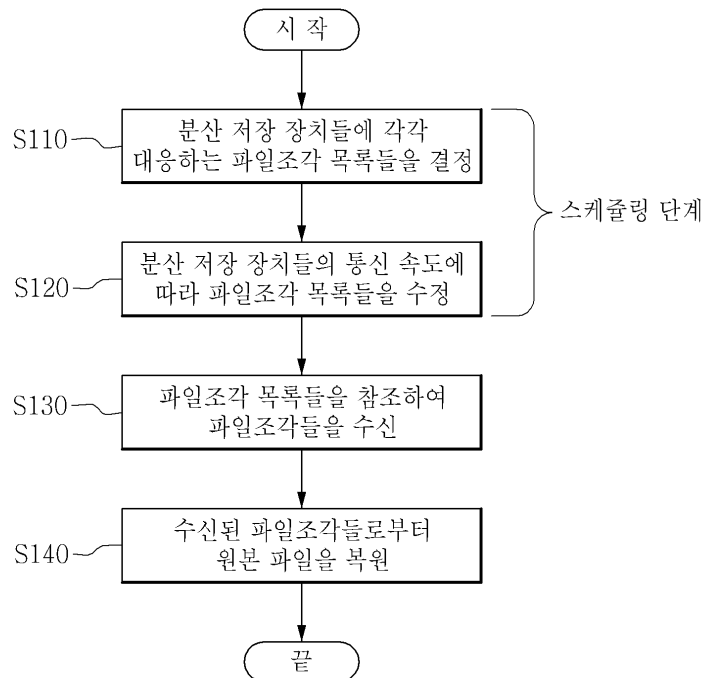
(54) 발명의 명칭 일정 수 이상의 파일 조각으로 원본 파일을 복구하는 파일 관리 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 복수의 분산 저장 장치로부터 수신된 파일 조각들로부터 원본 파일을 복원하는 파일 관리 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 파일 관리 장치 또는 방법은 원본 파일이 분산 저장된 복수의 분산 저장 장치들과 각각 대응되는 파일 조각 목록들을 결정하는 단계, 파일 관리 장치와 복수의 분산 저장 장치들 사이의 통신

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



속도들에 따라, 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 수정하는 단계, 수정된 파일 조각 목록들을 참조하여, 복수의 분산 저장 장치들 각각으로부터 파일 조각들을 수신하는 단계 및 수신된 파일 조각들로부터 원본 파일을 복원하는 단계를 포함한다.

본 발명에 따르면, 파일 관리 장치는 분산 저장 장치들로부터 파일 블록을 중복하여 수신하지 않고, 통신 속도가 빠른 분산 저장 장치로부터 더 많은 파일 블록을 수신한다. 따라서, 파일 조각들을 수신하는데 소요되는 시간 및 통신 비용이 절감될 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2009-0083495

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구사업

연구과제명 고신뢰도 임베디드 통신 플랫폼 최적 설계기술

기 여 율 1/1

주관기관 서울대학교

연구기간 2013.03.01 ~ 2014.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

원본 파일이 분산 저장된 복수의 분산 저장 장치들과 각각 대응되는 파일 조각 목록들을 결정하는 단계;

파일 관리 장치와 상기 복수의 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도들에 따라, 상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 수정하는 단계;

상기 수정된 파일 조각 목록들을 참조하여, 상기 복수의 분산 저장 장치들 각각으로부터 상기 파일 조각들을 수신하는 단계; 및

상기 수신된 파일 조각들로부터 상기 원본 파일을 복원하는 단계를 포함하되,

상기 결정된 파일 조각 목록들 각각은 대응되는 분산 저장 장치에 저장된 상기 원본 파일의 파일 블록들 중 적어도 일부를 포함하는, 파일 관리 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 결정된 파일 조각 목록들은 서로 중복되는 블록을 포함하지 않는, 파일 관리 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 파일 조각 목록들을 결정하는 단계는,

상기 파일 조각 목록들 중 하나의 파일 조각 목록에 상기 하나의 파일 조각 목록과 대응되는 분산 저장 장치에 저장된 상기 원본 파일의 파일 블록들 전부를 할당하는 단계; 및

상기 파일 조각 목록들 중 상기 하나의 파일 조각 목록을 제외한 나머지 목록들에 순차적으로 대응되는 분산 저장 장치에 저장된 상기 원본 파일의 파일 블록들 중 적어도 일부의 파일 블록들을 각각 할당하는 단계를 포함하되,

상기 적어도 일부의 파일 블록들은 앞서 할당된 파일 조각 목록들에 포함된 파일 블록들과 중복되지 않는, 파일 관리 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 하나의 파일 조각 목록은 상기 복수의 분산 저장 장치들 중 상기 파일 관리 장치와의 통신 속도가 가장 빠른 분산 저장 장치와 대응되는 파일 조각 목록인, 파일 관리 방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 수정하는 단계는,

상기 파일 조각 목록들이, 대응되는 분산 저장 장치와 상기 파일 관리 장치 사이의 통신 속도가 빠를수록 더 많거나 동일한 수의 파일 블록들을 포함하도록 하는 단계를 포함하는, 파일 관리 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 파일 조각 목록들 각각의 파일 블록들의 개수는 상기 대응되는 분산 저장 장치와 상기 파일 관리 장치 사이의 통신 속도에 비례하는, 파일 관리 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 더 많거나 동일한 수의 파일 블록들을 포함하도록 하는 단계는,

상기 파일 조각 목록들 중 적어도 하나의 파일 조각 목록에 대해, 상기 적어도 하나의 파일 조각 목록에 대응되는 분산 저장 장치와 상기 파일 관리 장치 사이의 통신 속도에 비해서 상기 적어도 하나의 파일 조각 목록에 포함된 파일 블록의 개수가 과잉 또는 과소인지 판단하는 단계; 및

상기 과잉 또는 과소의 판단 결과에 따라, 적어도 일부의 파일 블록을 옮기는 단계를 포함하는, 파일 관리 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 적어도 일부의 파일 블록을 옮기는 단계는,

상기 옮겨지는 파일 블록이 상기 복수의 분산 저장 장치 중 얼마나 많은 분산 저장 장치들에 공통적으로 저장되어 있는지를 나타내는 인기도 함수를 이용하여, 상기 옮겨지는 파일 블록을 결정하는 단계를 포함하는, 파일 관리 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 인기도 함수는 ,

$$P(w) = \sum_{j=1}^k \delta(w, j)$$

$$\text{단, } \delta(w, j) = \begin{cases} r_j - |A_j| & r_j > |A_j|, w \in S_j, w \notin A_j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

의 수학적식으로 정의되고,

상기 k는 상기 복수의 분산 저장 장치들의 개수이고,

상기 r_j는 상기 복수의 분산 저장 장치들 중 j번째 분산 저장 장치의 상기 파일 관리 장치와의 통신 속도에 비례하도록 결정되는 파일 블록의 개수이고,

상기 A_j는 상기 파일 조각 목록들 중 상기 j번째 분산 저장 장치에 대응되는 파일 조각 목록의 크기 또는 원소의

개수이고,

상기 S_j 는 상기 j 번째 분산 저장 장치에 저장된 상기 원본 파일의 파일 블록들을 포함하는 목록인, 파일 관리 방법.

청구항 11

제 6 항에 있어서,

상기 파일 조각들의 적어도 일부가 기준 시간 내에 수신되었는지 판단하는 단계; 및

상기 판단 결과에 따라, 상기 파일 조각들의 적어도 일부를 상기 파일 관리 장치로부터 삭제하거나, 상기 파일 조각들의 적어도 일부를 전송하던 분산 저장 장치와는 상이한 다른 분산 저장 장치에서 상기 파일 조각들의 적어도 일부를 재전송하는 단계; 및

상기 파일 관리 장치와 상기 복수의 분산 저장 장치들 사이의 갱신된 통신 속도들에 따라, 상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 재수정하는 단계를 포함하는, 파일 관리 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 재수정된 상기 파일 조각 목록들은 상기 파일 관리 장치가 상기 복수의 분산 저장 장치들로부터 이미 수신한 파일 블록을 포함하지 않는, 파일 관리 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 재수정하는 단계는,

상기 파일 조각 목록들이, 대응되는 분산 저장 장치의 상기 갱신된 통신 속도가 빠를수록 더 많거나 동일한 수의 파일 블록들을 포함하도록 하는 단계를 포함하는, 파일 관리 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

복수의 분산 저장 장치들로부터 파일 조각들을 수신하는 파일 관리 장치에 있어서,

상기 복수의 분산 저장 장치들과 각각 대응되는 파일 조각 목록들을 결정하고, 상기 파일 관리 장치와 상기 복수의 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도들에 따라, 상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 수정하는 스케줄러;

상기 복수의 분산 저장 장치들과의 통신을 수행하거나 상기 복수의 분산 저장 장치들과의 통신을 위한 인터페이스를 제공하는 통신부; 및

상기 수정된 파일 조각 목록들을 참조하여, 상기 통신부를 통해 상기 복수의 분산 저장 장치들 각각으로부터 상기 파일 조각들을 수신하고, 상기 수신된 파일 조각들로부터 원본 파일을 복원하도록 상기 파일 관리 장치를 제어하는 컨트롤러를 포함하되,

상기 스케줄러는,

상기 파일 조각 목록들 각각이 대응되는 분산 저장 장치에 저장된 파일 블록들 중 적어도 일부를 포함하고, 동시에 서로 중복되는 블록을 포함하지 않도록 상기 파일 조각 목록들을 결정하는, 파일 관리 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 스케줄러는,

상기 파일 조각 목록들이, 대응되는 분산 저장 장치의 상기 통신 속도가 빠를수록 더 많거나 동일한 수의 파일 블록들을 포함하도록 상기 파일 조각 목록을 수정하는, 파일 관리 장치.

청구항 18

원본 파일이 분산 저장된 복수의 분산 저장 장치들과 각각 대응되는 파일 조각 목록들을 결정하는 단계; 파일 관리 장치와 상기 복수의 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도들에 따라, 상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 수정하는 단계; 상기 수정된 파일 조각 목록들을 참조하여, 상기 복수의 분산 저장 장치들 각각으로부터 상기 파일 조각들을 수신하는 단계; 및 상기 수신된 파일 조각들로부터 상기 원본 파일을 복원하는 단계를 포함하되, 상기 결정된 파일 조각 목록들 각각은 대응되는 분산 저장 장치에 저장된 상기 원본 파일의 파일 블록들 중 적어도 일부를 포함하는, 파일 관리 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 파일 조각 목록들을 결정하는 단계는 동시에 서로 중복되는 블록을 포함하지 않도록 상기 파일 조각 목록들을 결정하고,

상기 파일 조각 목록들을 수정하는 단계는, 상기 파일 조각 목록들이, 대응되는 분산 저장 장치의 상기 통신 속도가 빠를수록 더 많거나 동일한 수의 파일 블록들을 포함하도록 상기 파일 조각 목록을 수정하는, 파일 분산 관리 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은 복수의 분산 저장 장치에 분산 저장된 파일 조각들로부터 원본 파일을 복구하는 파일 관리 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 복수의 분산 저장 장치에 저장된 파일 조각들 중 일정 수 이상의 파일 조각이 획득될 때만 원본 파일을 복구하는 파일 관리 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

비밀 정보를 보관하는 경우, 비밀 정보가 분실되거나 파괴될 위험성은 항상 존재한다. 이와 동시에 비밀정보가 도난될 수 있는 위험성 역시 존재한다. 분실 또는 파괴의 위험성은 비밀 정보를 복수 곳의 장소에 보관해 둬으로써 줄일 수 있지만, 이 경우 도난의 위험성이 증가하는 단점이 있다. 이들 위험성을 함께 해결하는 방법의 하나로서 비밀 분산법(Secret Sharing)이 제시되었다.

비밀 분산법은 비밀 정보 MSK로부터 복수의 분산 정보(예를 들어, SH(1), ..., SH(N))를 생성하고, 이들을 복수의 분산 저장 장치(예를 들어, PA(1), ..., PA(N))에 분산하여 관리시키고, 이들 분산 정보 SH(1), ..., SH(N) 중 소정 수 이상의 정보를 취득할 수 있는 경우에만, 비밀 정보 MSK를 복원할 수 있는 방식이다.

비밀 분산법은 저장되는 값의 기밀성, 가용성, 무결성을 모두 보장해줄 수 있다는 장점 덕분에 많은 분산 관리 장치에 적용되어 왔다. 저장된 파일(F)을 작은 단위인 값(예를 들어, F[1], F[2], ..., F[s], 단, s는 파일을 이

루는 값의 개수)으로 쪼갬 뒤, 각각의 값 $F[i]$ 들을 비밀 분산법을 이용하여 복수의 분산 정보 $f[i,1], f[i,2], \dots, f[i,n]$ (단, n 은 저장 장치의 개수)을 만들어 내고, 분산 정보를 $f(s) = f[1,m] || f[2,m] || \dots || f[s,m]$ (단, $m=1,2,\dots,n$) 과 같이 연결하여 n 개의 파일 조각 $f(1), f(2), \dots, f(n)$ 을 만들어 낸다.

기존 비밀 분산법이 적용된 파일 관리 방법에서는 일정 수 미만의 파일 조각으로 전체 파일의 내용을 알 수 없으므로 저장된 파일의 기밀성을 제공할 수 있었고, 일정 수 미만의 파일 조각이 없어지거나 손상되더라도 나머지 파일 조각으로 파일을 복구할 수 있기 때문에 가용성을 보장해줄 수 있었다. 그러나, 최근 들어 저장되는 파일의 크기가 커지면서 연산량이 많은 기존 비밀 분산법을 적용하기에는 무리가 있음과 동시에 파일 조각이 원래의 파일과 크기가 동일하여 저장 공간 및 통신 비용의 낭비가 커질 가능성이 있다.

위와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 관련된 선행 특허 한국특허출원 제10-2013-0016390호(PCT/KR2013/002084)가 제안되었다. 하지만, 이 선행 특허를 앞서 설명한 파일 분산 관리 시스템에 적용하였을 경우, 여러 분산된 저장 장치로부터 중복된 파일 블록들이 전송될 수 있다. 이로 인하여, 원본 파일을 복구하기 위하여 파일 조각들을 다운로드 할 시 원본 파일 크기의 몇 배에 해당하는 데이터를 전송받아야 하므로 통신 비용 낭비가 여전히 크고, 복구 시간도 증가하는 문제점이 있다.

[0003] 삭제

[0004] 삭제

[0005] 삭제

[0006] 삭제

[0007] 삭제

선행기술문헌

특허문헌

(특허문헌 0001) 한국특허출원 제10-2013-0016390호

발명의 내용

해결하려는 과제

본 발명의 목적은 분산 저장된 파일 조각들로부터 원본 파일을 복구할 때, 분산 저장 장치와의 통신 속도를 고려함으로써 복구 시간을 최소화하는 파일 관리 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은 분산 저장된 파일 조각들로부터 원본 파일을 복구할 때 중복되는 데이터가 다운로드 되지 않도록 함으로써, 복구 시간 및 필요 통신량을 최소화하고 통신 비용을 절감시키는 파일 관리 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은 분산 저장된 파일 조각들 중 일정 수 이상의 파일 조각을 획득할 때만 원본 파일이 복구 되도록 함으로써, 파일 관리 장치 및 방법의 보안성과 기밀성을 향상시키는 데 있다.

과제의 해결 수단

본 발명에 따른 파일 관리 방법은 원본 파일이 분산 저장된 복수의 분산 저장 장치들과 각각 대응되는 파일 조각 목록들을 결정하는 단계; 파일 관리 장치와 상기 복수의 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도들에 따라, 상기

파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 수정하는 단계; 상기 수정된 파일 조각 목록들을 참조하여, 상기 복수의 분산 저장 장치들 각각으로부터 상기 파일 조각들을 수신하는 단계; 및 상기 수신된 파일 조각들로부터 상기 원본 파일을 복원하는 단계를 포함한다.

실시 예로서, 상기 파일 조각 목록들 각각은 대응되는 분산 저장 장치에 저장된 상기 원본 파일의 파일 블록들 중 적어도 일부를 포함하도록 결정된다.

실시 예로서, 상기 파일 조각 목록들은 서로 중복되는 블록을 포함하지 않도록 결정된다.

실시 예로서, 상기 파일 조각 목록들을 결정하는 단계는, 상기 파일 조각 목록들 중 하나의 파일 조각 목록에 상기 하나의 파일 조각 목록과 대응되는 분산 저장 장치에 저장된 상기 원본 파일의 파일 블록들 전부를 할당하는 단계; 및 상기 파일 조각 목록들 중 상기 하나의 파일 조각 목록을 제외한 나머지 목록들에 순차적으로 대응되는 분산 저장 장치에 저장된 상기 원본 파일의 파일 블록들 중 적어도 일부의 파일 블록들을 각각 할당하는 단계를 포함하되, 상기 적어도 일부의 파일 블록들은 앞서 할당된 파일 조각 목록들에 포함된 파일 블록들과 중복되지 않는다.

실시 예로서, 상기 하나의 파일 조각 목록은 상기 복수의 분산 저장 장치들 중 상기 파일 관리 장치와의 통신 속도가 가장 빠른 분산 저장 장치와 대응되는 파일 조각 목록이다.

실시 예로서, 상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 수정하는 단계는, 상기 파일 조각 목록들이, 대응되는 분산 저장 장치와 상기 파일 관리 장치 사이의 통신 속도가 빠를수록 더 많거나 동일한 수의 파일 블록들을 포함하도록 하는 단계를 포함한다.

실시 예로서, 상기 파일 조각 목록들 각각의 파일 블록들의 개수는 상기 대응되는 분산 저장 장치와 상기 파일 관리 장치 사이의 통신 속도에 비례한다.

실시 예로서, 상기 더 많거나 동일한 수의 파일 블록들을 포함하도록 하는 단계는, 상기 파일 조각 목록들 중 적어도 하나의 파일 조각 목록에 대해, 상기 적어도 하나의 파일 조각 목록에 대응되는 분산 저장 장치와 상기 파일 관리 장치 사이의 통신 속도에 비해서 상기 적어도 하나의 파일 조각 목록에 포함된 파일 블록의 개수가 과잉 또는 과소인지 판단하는 단계; 및 상기 과잉 또는 과소의 판단 결과에 따라, 적어도 일부의 파일 블록을 옮기는 단계를 포함한다.

실시 예로서, 상기 적어도 일부의 파일 블록을 옮기는 단계는, 상기 옮겨지는 파일 블록이 상기 복수의 분산 저장 장치 중 얼마나 많은 분산 저장 장치들에 공통적으로 저장되어 있는지를 나타내는 인기도 함수를 이용하여, 상기 옮겨지는 파일 블록을 결정하는 단계를 포함한다.

$$P(w) = \sum_{j=1}^k \delta(w, j)$$

실시 예로서, 상기 인기도 함수는,

$$\text{단, } \delta(w, j) = \begin{cases} r_j - |A_j| & |r_j| > |A_j|, w \in S_j, w \notin A_j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

의 수학적식으로 정의되고, 상기 k는 상기 복수의 분산 저장 장치들의 개수이고, 상기 r_j 는 상기 복수의 분산 저장 장치들 중 j번째 분산 저장 장치의 상기 파일 관리 장치와의 통신 속도에 비례하도록 결정되는 파일 블록의 개수이고, 상기 A_j 는 상기 파일 조각 목록들 중 상기 j번째 분산 저장 장치에 대응되는 파일 조각 목록의 크기 또는 원소의 개수이고, 상기 S_j 는 상기 j번째 분산 저장 장치에 저장된 상기 원본 파일의 파일 블록들을 포함한다.

실시 예로서, 상기 파일 조각들의 적어도 일부가 기준 시간 내에 수신되었는지 판단하는 단계; 및 상기 판단 결과에 따라, 상기 파일 조각들의 적어도 일부를 상기 파일 관리 장치로부터 삭제하거나, 상기 파일 조각들의 적어도 일부를 전송하던 분산 저장 장치와는 상이한 다른 분산 저장 장치에서 상기 파일 조각들의 적어도 일부를 재전송하는 단계; 및 상기 파일 관리 장치와 상기 복수의 분산 저장 장치들 사이의 갱신된 통신 속도들에 따라, 상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 재수정하는 단계를 포함한다.

실시 예로서, 상기 파일 조각들은 소정의 개수의 파일 블록 단위로 분할되어 상기 파일 관리 장치에 수신된다.

실시 예로서, 상기 재수정된 상기 파일 조각 목록들은 상기 파일 관리 장치가 상기 복수의 분산 저장 장치들로부터 이미 수신한 파일 블록을 포함하지 않는다.

실시 예로서, 상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 재수정하는 단계는, 상기 파일 조각 목록들이, 대응되는 분산 저장 장치의 상기 갱신된 통신 속도가 빠를수록 더 많거나 동일한 수의 파일 블록들을 포함하도록 하는 단계를 포함한다.

실시 예로서, 상기 원본 파일은, 상기 복수의 분산 저장 장치들의 개수가 소정의 수 이상일 때만 성공적으로 복원된다.

본 발명에 따른 복수의 분산 저장 장치들로부터 파일 조각들을 수신하는 파일 관리 장치는, 상기 복수의 분산 저장 장치들과 각각 대응되는 파일 조각 목록들을 결정하고, 상기 파일 관리 장치와 상기 복수의 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도들에 따라, 상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 수정하는 스케줄러; 상기 복수의 분산 저장 장치들과의 통신을 수행하거나 상기 복수의 분산 저장 장치들과의 통신을 위한 인터페이스를 제공하는 통신부; 및 상기 수정된 파일 조각 목록들을 참조하여, 상기 통신부를 통해 상기 복수의 분산 저장 장치들 각각으로부터 상기 파일 조각들을 수신하고, 상기 수신된 파일 조각들로부터 상기 원본 파일을 복원하도록 상기 파일 관리 장치를 제어하는 컨트롤러를 포함하고, 상기 원본 파일은, 상기 수신된 파일 조각들의 개수가 소정의 수 이상일 때만 성공적으로 복원된다.

실시 예로서, 상기 스케줄러는, 상기 파일 조각 목록들 각각이 대응되는 분산 저장 장치에 저장된 파일 블록들 중 적어도 일부를 포함하고, 동시에 서로 중복되는 블록을 포함하지 않도록 상기 파일 조각 목록들을 결정하고, 상기 파일 조각 목록들이, 대응되는 분산 저장 장치의 상기 통신 속도가 빠를수록 더 많거나 동일한 수의 파일 블록들을 포함하도록 상기 파일 조각 목록을 수정한다.

본 발명에 따른 컴퓨터 판독 가능한 기록매체는 원본 파일이 분산 저장된 복수의 분산 저장 장치들과 각각 대응되는 파일 조각 목록들을 결정하는 단계, 파일 관리 장치와 상기 복수의 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도들에 따라, 상기 파일 조각 목록들 중 적어도 일부를 수정하는 단계, 상기 수정된 파일 조각 목록들을 참조하여, 상기 복수의 분산 저장 장치들 각각으로부터 상기 파일 조각들을 수신하는 단계 및 상기 수신된 파일 조각들로부터 상기 원본 파일을 복원하는 단계를 포함하고, 상기 원본 파일은, 상기 수신된 파일 조각들의 개수가 소정의 수 이상일 때만 성공적으로 복원되는 파일 분산 관리 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 포함한다.

실시 예로서, 상기 파일 조각 목록들을 결정하는 단계는 상기 파일 조각 목록들 각각은 대응되는 분산 저장 장치에 저장된 파일 블록들 중 적어도 일부를 포함하고, 동시에 서로 중복되는 블록을 포함하지 않도록 상기 파일 조각 목록들을 결정하고, 상기 파일 조각 목록들을 수정하는 단계는, 상기 파일 조각 목록들이, 대응되는 분산 저장 장치의 상기 통신 속도가 빠를수록 더 많거나 동일한 수의 파일 블록들을 포함하도록 상기 파일 조각 목록을 수정하는, 파일 분산 관리 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한다.

발명의 효과

본 발명에 따르면 분산 저장된 파일 조각들로부터 원본 파일을 복구할 때, 분산 저장 장치와의 통신 속도를 고려함으로써 복구 시간이 최소화될 수 있다.

또한, 분산 저장된 파일 조각들로부터 원본 파일을 복구할 때 중복되는 데이터가 다운로드 되지 않도록 함으로써, 복구 시간 및 필요 통신량이 최소화되고 통신 비용이 절감될 수 있다.

또한, 분산 저장된 파일 조각들 중 일정 수 이상의 파일 조각을 획득할 때만 원본 파일이 복구되도록 함으로써, 파일 관리 장치 및 방법의 보안성과 기밀성이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 파일 분산 관리 시스템(1000) 및 그 내부 구성을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 파일 관리 장치(100)의 내부 구성을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 파일 관리 장치의 파일 관리 방법을 나타내는 순서도이다.

도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 실시 예에 따른, 파일 조각 목록 결정 방법을 구체적인 예를 들어 설명하는 도면

이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라, 파일 조각 목록들을 재스케줄링하는 파일 관리 방법을 나타내는 순서도이다.

도 6은 본 발명의 다른 일 실시 예에 따라, 파일 조각 목록들을 재스케줄링하는 파일 관리 방법을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 기재된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

한편, 본 발명의 선행 특허 한국특허출원 제 10-2013-0016390 호는 여기서 그 전체가 참조로서 인용될 수 있으며, 파일의 분산 저장 및 복원에 대해 본 발명에서 설명되지 않은 것들에 대해서는 한국특허출원 제 10-2013-0016390 호의 내용이 차용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명에 따른 분산 저장 장치들에 저장된 파일 조각들은 한국특허출원 제 10-2013-0016390 호에 기재된 방법에 의해 생성된 것일 수 있다. 또한, 본 발명에서 파일 관리 장치는 분산 저장 장치들로부터 파일 조각들을 수신하고, 한국특허출원 제 10-2013-0016390 호에 기재된 복원 방법에 의해 수신한 파일 조각들로부터 원본 파일을 복원할 수 있다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 파일 분산 관리 시스템(1000) 및 그 내부 구성을 나타낸 도면이다. 파일 분산 관리 시스템(1000)은 파일 관리 장치(1100) 및 n 개의 파일 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n)로 구성된다.

파일 분산 관리 시스템(1000)은 원본 파일로부터 생성한 복수의 파일 조각들을 n 개의 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n)에 분산하여 저장한다. 그리고, 파일 분산 관리 시스템(1000)이 1분산된 파일 조각들로부터 원본 파일을 복원하기 위해서는, k 개(k 는 0보다 큰 n 이하의 정수)의 임의의 분산 저장 장치들에 저장된 k 개의 파일 조각들을 획득하여야 한다. 즉, 파일 분산 관리 시스템(1000)에서 k 개의 파일 조각들을 획득하는 경우 원본 파일이 완전히 복원될 수 있지만, k 개보다 적은 수의 파일 조각들만을 획득하는 경우 원본 파일은 완전히 복원되지 않는다. 이와 관련된 분산 및 복원 원리에 관한 구체적인 설명은 한국특허출원 제 10-2013-0016390 호에 상세히 기재되어 있다.

분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n) 각각은 원본 파일로부터 생성된 파일 조각을 저장한다. 그리고, 파일 관리 장치(1100)의 제어 또는 파일 관리 장치(1100)로부터의 요청에 응답하여 저장된 파일 조각의 일부 또는 전부를 파일 관리 장치(1100)에 제공한다. 예를 들어, 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n)에는 한국특허출원 제 10-2013-0016390 호에 기재된 방법에 의해 생성된 파일 조각들이 분산 저장될 수 있다.

분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n)은 특별한 기능이 없더라도 각각의 파일 조각을 분리하여 저장할 수 있는 장치로서 구성되면 충분하다. 도 1에서, 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n)은 물리적으로 분리된 형태로 표현되어 있지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n)은 1개의 물리적 장치에서 논리적으로 분리된 형태로도 가능할 수 있다.

일 실시예에서, 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n) 각각은 파일 관리 장치(1100)와의 통신을 위한 별도의 통신부 또는 통신 인터페이스를 구비할 수 있다.

파일 관리 장치(1100)는 분산 저장 장치들로부터 파일 조각들을 수신하고, 수신된 파일 조각들을 이용하여 원본 파일을 복원한다. 파일 관리 장치(1100)에 대한 더욱 상세한 설명은 아래에서 도 2를 참조하여 제공된다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 파일 관리 장치(100)의 내부 구성을 나타낸 도면이다. 파일 관리 장치(100)는 통신부(110), 컨트롤러(120), 스케줄러(130) 및 저장부(140)를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는

것은 아니다.

통신부(1110)는 파일 관리 장치(1100)와 외부 객체와의 통신을 수행하는 역할을 한다. 예를 들어, 파일 관리 장치(1100)는 통신부(1110)를 통해 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n, 도 1 참조)과 통신할 수 있다. 통신부(1110)는 외부와 네트워킹 또는 통신이 가능한 모든 통신 수단을 포함할 수 있으며, 그러한 통신 수단에 수신되는 통신 인터페이스를 구비할 수 있다. 통신부(1110)가 이용하는 통신 인터페이스 또는 통신 방법은 유선 통신, 무선 통신, 3G, 4G, 또는 그 밖의 다양한 통신 인터페이스 또는 통신 방법을 포함할 수 있다.

실시 예로서, 통신부(1110)는 파일 관리 장치(1100)와 외부 객체 사이의 통신 상태 정보를 관리하는 통신 상태 관리자(1111)를 포함할 수 있다. 여기서의 통신 상태 정보는 파일 관리 장치(1100)와 외부 객체 사이의 채널 상태 또는 통신 속도에 대한 정보를 포함할 수 있다. 또한, 통신 상태 관리자(1111)는 단순히 통신 상태 정보를 관리 및 저장하는 것 이외에, 외부 객체와의 채널 상태 또는 통신 속도를 검출하여 새로운 통신 상태 정보를 생성하거나 기존의 통신 상태 정보를 갱신할 수도 있다.

여기서는, 통신 상태 관리자(1111)는 통신부(1110)에 포함되는 것으로 설명되었으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 통신 상태 관리자(1111)는 파일 관리 장치(1100)의 어느 위치에도 배치될 수 있고, 심지어는 파일 관리 장치(1100)와 분리된 별도의 모듈로서 배치될 수도 있다.

컨트롤러(1120)는 파일 관리 장치(1100) 및 파일 관리 장치를 구성하는 다른 모듈들(1110, 1130, 1140)의 전반적인 동작을 제어한다. 그리고, 컨트롤러(1120)는 파일 관리 장치(1100)의 구동에 필요한 연산들을 수행하는 중앙 처리 장치로서 기능할 수 있다.

스케줄러(1130)는 파일 관리 장치(1100)가 수신할 파일 블록 또는 파일 조각들의 목록을 생성 및 관리한다. 그리고, 생성된 파일 목록들에 따라 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n)로부터 파일 블록 또는 파일 조각들이 수신될 수 있도록 필요한 정보를 컨트롤러(1120) 또는 통신부(1110)에 제공한다. 스케줄러(1130)가 파일 조각 목록을 생성 및 관리하는 구체적인 방법은 도 3 이하에서 더욱 상세히 설명될 것이다.

저장부(1140)는 파일 관리 장치(1100)에 수신된 데이터 또는 파일 관리 장치(1100)에서 처리한 데이터를 저장한다. 예를 들어, 저장부(1140)는 통신 상태 관리자(1111), 컨트롤러(1120) 또는 스케줄러(1130)의 기능을 수행하는 과정에서 얻어진 데이터들을 저장할 수 있다.

본 발명은 분산되어 저장된 파일 조각들을 수신하여 원본 파일을 복원하는 파일 관리 장치 및 방법에 관한 것으로서, 파일 관리 장치(1100)와 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100n) 사이의 통신 속도를 고려하여 파일 조각을 수신함으로써 원본 파일 복원에 걸리는 시간 및 통신 비용을 최소화하는 기술에 관한 것이다.

예를 들어, 일정 수(k 개)의 분산 저장 장치들에 저장된 파일 블록 전체를 수신하면, 중복된 파일 블록들이 수신될 수 있고 그에 따른 통신 비용도 증가하게 된다. 이에, 본 발명에서는 중복되는 파일 블록들이 수신되지 않도록, 파일 조각 목록들을 스케줄링한다. 여기서, 파일 조각 목록은 분산 저장 장치로부터 수신할 파일 블록들에 대한 정보를 나타내는 목록을 의미하며, 하나의 분산 저장 장치로부터 수신하는 파일 블록들의 세트를 하나의 파일 조각으로 정의할 수 있다. 예를 들어, 분산 저장 장치로부터 하나의 파일 조각을 수신할 때, 그 파일 조각에는 복수의 파일 블록들이 포함될 수 있고, 파일 조각 목록에는 파일 조각에 포함된 파일 블록들의 주소 또는 크기 정보가 포함될 수 있다.

또한, k 개의 분산 저장 장치로부터 파일 조각들을 단순히 수신하는 경우, 통신 속도가 낮은 분산 저장 장치로부터 많은 수의 파일 블록들을 수신하고, 통신 속도가 높은 분산 저장 장치로부터 적은 수의 파일 블록들을 수신하게 될 수 있다. 이러한 경우, 전체 파일 블록을 수신하는데 걸리는 시간이 매우 커질 수 있다. 따라서, 본 발명에서는, 각 분산 저장 장치와의 통신 속도에 따라, 통신 속도가 빠른 분산 저장 장치로부터는 상대적으로 많은 파일 블록을 수신하고, 통신 속도가 적은 분산 장치로부터는 상대적으로 적은 파일 블록을 수신하도록, 파일 조각 목록들을 스케줄링한다.

도 3 이하에서는 본 발명에 따라 수신할 파일 조각 목록들을 스케줄링하고, 스케줄링된 파일 조각 목록에 따라 파일 조각들을 수신하는 방법이 설명될 것이다.

이후의 설명을 위해, 몇 가지 용어들이 아래와 같이 정의된다.

n : 분산 저장 장치들의 수

$M_1, M_2, \dots, M_n$: 총 n 개의 분산 저장 장치들

파일 관리 장치: 분산 저장 장치들로부터 파일 조각을 수신하는 장치

저장 파일 조각들: 각 분산 저장 장치들에 저장된 원본 파일 조각들, 설명의 편의를 위해, 각 분산 저장 장치에는 하나의 저장 파일 조각이 저장되는 것으로 가정한다.

수신 파일 조각들: 파일 관리 장치가 각 분산 장치들로부터 수신하는 파일 조각들, 설명의 편의를 위해, 각 분산 저장 장치로부터는 하나의 수신 파일 조각이 수신되는 것으로 가정한다. 이때, 어떤 분산 저장 장치로부터 수신되는 수신 파일 조각은, 해당 분산 저장 장치에 저장된 저장 파일 조각에 기초하여 생성될 수 있다.

k: 원본 파일을 성공적으로 복구하기 위해 필요한 최소의 저장 파일 조각들의 수. 단, k는 0보다 크고 n이하인 정수이다.

S_i: i번째 분산 저장 장치 M_i의 저장 파일 조각(i번째 저장 파일 조각)에 포함된 파일 블록들을 나타내는 저장 파일 조각 목록

r₁, r₂, ..., r_k: 파일 관리 장치와 k개의 분산 저장 장치 M₁, M₂, ..., M_k 사이의 속도 비. 단, r₁ ≥ r₂ ≥ ... ≥

r_k 이고, r₁ + r₂ + ... + r_k = $\binom{n}{k-1}$ 이다.

A_i: 파일 관리 장치가 i번째 분산 저장 장치 M_i로부터 수신하는 수신 파일 조각(i 번째 수신 파일 조각)에 포함되는 파일 블록들을 나타내는 수신 파일 조각 목록

W: {1, 2, 3, ..., ${}_nC_{k-1}$ }

단, 여기서는 설명의 편의를 위해, 저장 및 수신 파일 조각들에 포함된 파일 블록들은 모두 동일한 크기(예를 들어, 4바이트)를 갖는 것으로 가정한다. 따라서, 파일 조각의 크기가 일정한 상태에서 파일의 크기가 커질수록 파일 블록의 개수가 늘어난다.

본 발명에서 제안하는 기술은 파일 관리 장치가 n개 중 k개의 분산 저장 장치(M₁, M₂, ..., M_k)로부터 수신 파일 조각들을 수신하되, 수신한 수신 파일 조각들이 서로 중복되는 파일 블록을 포함하지 않도록 한다. 또한, 파일 관리 장치와 분산 저장 장치 사이의 통신 속도에 따라 각각의 분산 저장 장치로부터 수신하는 파일 블록들의 개수(또는, 수신 파일 조각의 크기)를 조정함으로써, 파일 관리 장치가 수신 파일 조각들을 모두 수신하는 데 걸리는 시간을 최소화한다.

파일 관리 장치가 수신하는 수신 파일 조각들이 서로 중복되는 파일 블록을 포함하지 않도록 하기 위해서는, 임의의 i, j(단, i ≠ j)에 대하여, A_i ∩ A_j = 공집합 이어야 한다.

또한, 통신 속도를 고려하였을 때, 파일 관리 장치는 통신 속도가 빠른 분산 저장 장치로부터 더 많은 파일 블록들을 수신할수록 전체 수신 파일 조각들을 수신하는데 걸리는 시간이 감소된다. 이론적으로는, 파일 관리 장치와 각각의 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도의 비율이 각 분산 저장 장치들로부터 수신할 파일 블록 수(또는 수신 파일 조각의 크기)들의 비율과 같을 때, 전체 수신 파일 조각들을 수신하기 위한 시간이 가장 작게 된다.

이하에서는, 파일 관리 장치가 각 분산 저장 장치들로부터 수신할 파일 조각들을 나타내는 파일 조각 목록(수신 파일 조각 목록, A_i)들을 결정 또는 스케줄링하는 방법이 설명된다.

먼저, 수학적 1과 같은 인기도 함수 P: W→Z가 정의된다.

수학적 1

$$P(w) = \sum_{j=1}^k \delta(w, j)$$

$$\text{단, } \delta(w, j) = \begin{cases} r_j - |A_j| & r_j > |A_j|, w \in S_j, w \notin A_j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

인기도 함수는 어떠한 파일 블록이 복수의 분산 저장 장치 중 얼마나 많은 분산 저장 장치들에 공통적으로 저장되어 있는지를 나타내는 함수이다.

본 발명에서 파일 관리 장치는 n개의 분산 저장 장치들($M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$) 중 k개의 분산 저장 장치들($M_{p1}, M_{p2}, M_{p3}, \dots, M_{pk}$)로부터 각각 하나씩 총 k개의 수신 파일 조각들을 수신한다(단, $r_{p1} \geq r_{p2} \geq \dots \geq r_{pk}$). 이때, k개의 수신 파일 조각들은 k개의 분산 저장 장치들($M_{p1}, M_{p2}, \dots, M_{pk}$)에 저장된 k개의 저장 파일 조각들로부터 생성된다.

위와 같은 전제하에서, 파일 관리 장치가 수신 파일 조각 목록들을 결정 또는 스케줄링하는 방법은 다음과 같은 알고리즘에 의해 결정된다.

1: A_{p1} 에 S_{p1} 을 대입($A_{p1} = S_{p1}$)한다.

2: (반복문 시작) j=2 부터 k까지 반복

3: A_{pj} 에 $S_{pj} \setminus (A_{p1} \cup A_{p2} \cup \dots \cup A_{p(j-1)})$ 을 대입한다.

4: (반복문 끝)

5: (반복문 시작)

6: $\{p1, p2, \dots, pk\}$ 의 원소들의 순서를 재배열한 결과를 $\{q1, q2, \dots, qk\}$ 로 정의하되, $\{q1, q2, \dots, qk\}$ 는 아래 식을 만족하도록 정의된다.

$$|A_{q1}| - r_{q1} \geq |A_{q2}| - r_{q2} \geq \dots \geq |A_{qk}| - r_{qk}$$

단, 여기서 $|X|$ 의 의미는 집합 X의 크기 또는 원소의 개수를 의미한다.

7: (조건문 시작) 만일 $|A_{q1}| = r_{q1}$ 이면,

8: $(A_1, A_2, \dots, A_k)$ 를 수신 파일 조각 목록들로서 출력하고 프로세스를 종료

9: (조건문 끝)

10: t에 k를 대입($t=k$), g에 $|A_{q1}| - r_{q1}$ 를 대입($g = |A_{q1}| - r_{q1}$)

11: (반복문 시작) $r_{qt} > |A_{qt}|$ 인 동안 반복

12: 집합 $A_{q1} \cap S_{qt}$ 의 원소들을 순서를 재배열한 결과를 $\{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_\mu\}$ 로 정의하되, $\{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_\mu\}$ 는 아래 식을 만족하도록 정의된다.

$$\mu = |A_{q1} \cap S_{qt}|, P(\pi_1) \leq P(\pi_2) \leq \dots \leq P(\pi_\mu)$$

13: v에 $\min\{\mu, |A_{q1}| - r_{q1}, r_{qt} - |A_{qt}|\}$ 를 대입

$$(v = \min\{\mu, |A_{q1}| - r_{q1}, r_{qt} - |A_{qt}|\})$$

14: A_{q1} 에 $A_{q1} \setminus \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_v\}$ 을 대입

$$(A_{q1} = A_{q1} \setminus \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_v\})$$

15: A_{qt} 에 $A_{qt} \cup \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_v\}$ 을 대입

$$(A_{qt} = A_{qt} \cup \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_v\})$$

- 16: t 에 $t-1$ 을 대입($t = t-1$)
- 17: (반복문 끝)
- 18: (조건문 시작) 만일, $g = |A_{q1}| - r_{q1}$ 이면,
- 19: $(A_{p1}, A_{p2}, \dots, A_{pk})$ 를 수신 파일 조각 목록들로서 출력하고 프로세스를 종료
- 20: (조건문 끝)
- 21: (반복문 끝)

단, 여기서는 $r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pk}$ 의 합이 수신 파일 조각들에 포함되는 전체 파일 블록들의 개수와 동일한 것으로 가정하였다. 만약 그렇지 않다면, 위 알고리즘에서 $r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pk}$ 는 각 분산 저장 장치들의 속도에 비례하도록 수신 파일 조각들에 포함되는 전체 파일 블록들을 나눈 값으로 이해되어야 한다(여기서, 파일 관리 장치와 p_1 번째 분산 저장 장치, p_2 번째 분산 저장 장치, $\dots$, p_k 번째 분산 저장 장치와의 속도의 비는 $r_{p1} : r_{p2} : \dots : r_{pk}$ 이며, $r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pk} = nC_{k-1}$).

본 발명에 따른 파일 관리 장치(1100, 도 1 참조)는 위에서 설명된 알고리즘에 따라 수신 파일 조각 목록을 생성 또는 스케줄링하고, 생성 또는 스케줄링된 수신 파일 조각 목록에 따라 k 개의 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, $\dots$, 1100k, 도 1 참조)로부터 수신 파일 조각들을 수신한다.

위에서 설명된, 알고리즘에 따르면, 복수의 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, $\dots$, 1100k)에 각각 대응되는 집합 형식으로 표현된 k 개의 수신 파일 조각 목록들($A_{p1}, A_{p2}, \dots, A_{pk}$)이 출력되고, 이때 수신 파일 조각 목록들의 크기 비는 파일 관리 장치와 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, $\dots$, 1100n) 사이의 통신 속도 비에 근접 또는 동일해진다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 파일 관리 장치가 분산 저장 장치들로부터 파일 조각들(수신 파일 조각들)을 수신하여 원본 파일을 복원하는 파일 관리 방법을 나타내는 순서도이다.

도 3의 파일 관리 방법은 S110 단계 내지 S140 단계를 포함한다. 그 중, S110 단계 및 S120 단계는 위에서 설명한 알고리즘에 따라 파일 조각 목록(수신 파일 조각 목록)을 결정 또는 스케줄링하는 스케줄링 단계를 구성한다.

S110 단계에서, 파일 관리 장치(1100, 도 1 참조)는 복수의 분산 저장 장치(1100a, 1100b, $\dots$, 1100k, 도 1 참조)들에 각각 대응되는 수신 파일 조각 목록을 결정한다. 여기서 수신 파일 조각 목록은 대응되는 저장 파일 조각 목록에 포함되는 포함관계가 성립할 수 있다.

S110 단계에서는 파일 관리 장치(1100)는 각 수신 파일 조각 목록이 중복되는 파일 블록들을 나타내지 않도록 수신 파일 조각 목록을 결정한다. S110 단계는 위에서 설명한 알고리즘의 1 단계 내지 4 단계에 해당한다.

구체적으로, 파일 관리 장치(1100)는 P_1 번째 수신 파일 조각 목록(A_{p1})에는 P_1 번째 저장 파일 조각 목록 전부(S_{p1})를 대입하고, P_2 번째 수신 파일 조각 목록(A_{p2})에는 P_2 번째 저장 파일 조각 목록(S_{p2})에서 P_1 번째 수신 파일 조각 목록(A_{p1})과의 중복 부분을 뺀 나머지($S_{p2} \setminus A_{p1}$)를 대입하고, 동일한 방법으로 순차적으로, P_k 번째 수신 파일 조각 목록(A_{pk})에는 P_k 번째 저장 파일 조각 목록(S_{pk})에서 P_1 번째 수신 파일 조각 목록(A_{p1}) 내지 P_{k-1} 번째 저장 파일 조각 목록($A_{p(k-1)}$)과의 중복 부분을 뺀 나머지($S_k \setminus (A_{p1} \cup A_{p2} \cup \dots \cup A_{p(k-1)})$)를 대입한다.

위와 같은 방법에 의해, k 개의 분산 저장 장치에 저장된 모든 파일 블록들(저장 파일 조각들에 포함된)은 k 개의 수신 파일 조각 목록들에 할당되고, 각각의 수신 파일 조각 목록들은 서로 중복되는 파일 블록을 포함하지 않게 된다.

여기서 할당된다는 것은 어떤 수신 파일 조각 목록이 파일 블록들을 포함하도록 되는 것을 의미하고, 어떤 수신 파일 조각 목록(또는, 저장 파일 조각 목록)에 어떤 파일 블록이 포함된다는 것은 해당 수신 파일 조각 목록(또는, 저장 파일 조각 목록)에 해당 파일 블록을 지시하거나 나타내는 정보가 포함되어 있음을 의미한다.

S120 단계에서, 파일 관리 장치(1100)는 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, $\dots$, 1100k)과의 통신 속도에 따라

파일 조각 목록(수신 파일 조각 목록)들을 수정 또는 다시 스케줄링한다. S120 단계는 위에서 설명한 알고리즘의 5 단계 내지 21 단계에 해당한다.

구체적으로, 파일 관리 장치(1100)는 분산 저장 장치와의 통신 속도가 빠를수록 대응되는 수신 파일 조각 목록에 더 많은 파일 블록들이 포함되도록 수신 파일 조각 목록들을 수정 또는 스케줄링하며, 바람직하게는 분산 저장 장치와의 통신 속도의 비에 수신 파일 조각 목록에 포함된 파일 블록 수의 비가 근접 또는 일치하도록 수신 파일 조각 목록들을 수정 또는 스케줄링한다. 예를 들어, 첫 번째 분산 저장 장치(1100a)와 두 번째 분산 저장 장치(1100b)의 통신 속도의 비가 1:2 이면, 첫 번째 수신 파일 조각 목록(A_1)과 두 번째 수신 파일 조각 목록(A_2)에 포함된 파일 블록들의 비도 1:2가 되도록 수신 파일 조각 목록들을 수정한다. 만약, 수신 파일 조각 목록들에 포함되는 파일 블록들의 비가 수학적으로 정확히 통신 속도의 비에 일치할 수 없는 경우, 파일 블록들의 비가 통신 속도의 비에 최대한 근접한 값이 되도록 수신 파일 조각 목록들이 수정된다.

S120 단계에서, 파일 관리 장치(1100)가 수신 파일 조각 목록들을 주어진 목적에 맞게 수정 또는 다시 스케줄링하는 구체적인 방법은 위의 알고리즘 5 단계 내지 21 단계에 기재된 방법과 동일하므로, 여기서는 그에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

S130 단계에서, 파일 관리 장치(1100)는 파일 조각 목록(수신 파일 조각 목록)들을 참조하여 분산 저장 장치들로부터 파일 조각(수신 파일 조각)들을 수신한다. 앞서 설명한 바와 같이, 파일 관리 장치(1100)는 원본 파일을 복원하는데 필요한 파일 블록들을 수신 파일 조각 목록을 참조하여 복수의 분산 저장 장치들로부터 나누어 수신한다.

예를 들어, 첫 번째 수신 파일 조각 목록에 1, 2, 4, 6, 14, 20 번 파일 블록이 포함되어 있고, 두 번째 수신 파일 조각 목록에 3, 5, 8, 11, 12, 13 번 파일 블록이 포함되어 있다고 가정한다. 이 경우, 파일 관리 장치(1100)는 수신 파일 조각 목록들을 참조하여, 첫 번째 분산 저장 장치(1100a)로부터는 1, 2, 4, 6, 14, 20 번 파일 블록(또는, 그러한 파일 블록들을 포함하는 수신 파일 조각)을 수신하고, 두 번째 분산 저장 장치(1100b)로부터는 3, 5, 8, 11, 12, 13 번 파일 블록(또는, 그러한 파일 블록들을 포함하는 수신 파일 조각)을 수신한다.

동일한 방법으로, 파일 관리 장치(1100)는 k 개의 분산 저장 장치들(1100a, 1100b, ..., 1100k)로부터 각각 파일 블록들 또는 수신 파일 조각들을 수신한다. 앞서 설명한 바와 같이, 이렇게 수신된 파일 블록들 또는 수신 파일 조각들에는 원본 파일을 복원하는데 필요한 파일 블록들이 모두 포함되어 있다.

S140 단계에서, 파일 관리 장치(1100)는 S130 단계에서 수신한 파일 블록들 또는 수신 파일 조각들을 잇거나 조합하여 원본 파일을 복원한다. 파일 블록들 또는 파일 조각들을 잇거나 조합하여 원본 파일을 복원하는 구체적인 방법은 여러가지가 있을 수 있다. 예를 들어, 파일 관리 장치(1100)는 한국특허출원 제 10-2013-0016390 호에 기재된 복원 방법에 의해 수신된 파일 블록 또는 수신 파일 조각들로부터 원본 파일을 복원할 수 있다.

이하에서는 구체적인 예를 통해, 본 발명에 따른 수신 파일 조각 목록을 결정 또는 스케줄링하는 방법이 상세히 설명된다.

도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 실시 예에 따른, 파일 조각 목록 결정 방법을 구체적인 예로서 도시한 도면이다. 도 4a 내지 도 4d에서, 파일 관리 장치(예를 들어, 도 1의 1100)는 위에서 설명한 알고리즘 또는 도 3의 순서도에 도시된 결정 방법에 따라 파일 조각 목록(수신 파일 조각 목록)을 결정한다.

먼저, 도 4a에서, 전체 분산 저장 장치는 6개이고, 이 중 4개의 임의의 분산 저장 장치에 저장된 파일 조각을 획득할 수 있으면 원본 파일이 복원 가능하다고 가정한다. 즉, $n=6$ 이고, $k=4$ 인 것으로 가정한다. 이때, 원본 파일은 총 20 개의 블록으로 구성된다.

제 1 상자(100)에는 전체 분산 저장 장치들(이하, $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6$ 라 한다) 각각에 저장된 저장 조각 파일을 나타내는 저장 파일 목록들($S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$)이 나타나 있다. 저장 파일 목록들($S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$)을 참조하면, 제 1 분산 저장 장치(M_1)에는 원본 파일의 파일 블록(1번 내지 20번 파일 블록)들 중 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 번 파일 블록이 포함되어 있고, 제 6 분산 저장 장치(M_6)에는 원본 파일의 파일 블록들 중 4, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 18, 19, 20 번 파일 블록이 포함되어 있음을 알 수 있다.

앞서 설명한 바와 같이, 파일 관리 장치는 전체 분산 장치들 중 4개의 임의의 분산 저장 장치로부터 수신 조각 파일을 획득하면 원본 파일을 복원할 수 있다. 여기서는, 수신 조각 파일을 획득할 4개의 분산 저장 장치로서

각각 제 1, 제 2, 제 3, 제 4 분산 저장 장치(M_1, M_2, M_3, M_4)를 선택하기로 한다.

본 발명에서, 파일 관리 장치는 각 분산 저장 장치들과의 통신 속도에 따라 수신 파일 조각의 구성을 달리한다. 이에 대한 설명을 위해, 여기서는 파일 관리 장치와 제 1, 제 2, 제 3, 제 4 분산 저장 장치(M_1, M_2, M_3, M_4) 사이의 통신 속도를 각각 r_1, r_2, r_3, r_4 로 정의하고, r_1, r_2, r_3, r_4 는 각각 8:5:5:2의 비율을 갖는 것으로 가정한다.

이상의 내용 및 가정들이 도 4a의 제 1 박스(100)에 도시되어 있다.

초기 수신 파일 조각 목록을 결정하기 위해, 원본 파일을 구성하는 총 20개의 파일 블록을 제 1, 제 2, 제 3, 제 4 분산 저장 장치(M_1, M_2, M_3, M_4)에 각각 대응되는 4개의 수신 파일 조각 목록(A_1, A_2, A_3, A_4)에 할당한다.

실시 예로서, 파일 블록들을 할당할 때, 속도가 가장 빠른 분산 저장 장치에 대응되는 수신 파일 조각 목록에 가능한 많은 파일 블록을 할당하고, 동일한 방법으로 분산 저장 장치의 속도에 따라 순차적으로 나머지 파일 블록들을 할당할 수 있다.

예를 들면, 속도가 가장 빠른 분산 저장 장치는 제 1 분산 저장 장치(M_1)이므로, 제 1 수신 파일 조각 목록(A_1)에는 할당 가능한 모든 파일 블록(즉, S_1 에 포함된 모든 파일 블록)을 할당한다. 따라서, 제 1 수신 파일 조각 목록(A_1)에는 제 1 저장 파일 목록(S_1)에 포함된 모든 파일 블록들(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 번 블록)이 할당된다.

그리고, 속도가 다음으로 빠른 제 2 분산 저장 장치(M_2)에 대응되는 제 2 수신 파일 조각 목록(A_2)에는 할당 가능한 모든 파일 블록(S_2)을 할당하되, 중복 파일을 배제하기 위해 제 1 수신 파일 조각 목록(A_1)에 포함된 파일 블록은 제외한다. 결과적으로, 제 2 수신 파일 조각 목록(A_2)에는 제 2 저장 파일 목록(S_2)에서 제 1 수신 파일 조각 목록(A_1)과의 중복 부분을 제외한 파일 블록들(11, 12, 13, 14, 15, 16 번 블록)이 할당된다.

그리고, 속도가 다음으로 빠른 제 3 분산 저장 장치(M_3)에 대응되는 제 3 수신 파일 조각 목록(A_3)에는 할당 가능한 모든 파일 블록(S_3)을 할당하되, 중복 파일을 배제하기 위해 제 1 및 제 2 수신 파일 조각 목록(A_1, A_2)에 포함된 파일 블록은 제외한다. 결과적으로, 제 3 수신 파일 조각 목록(A_3)에는 제 3 저장 파일 목록(S_3)에서 제 1 및 제 2 수신 파일 조각 목록(A_1, A_2)과의 중복 부분을 제외한 파일 블록들(17, 18, 19 번 블록)이 할당된다.

그리고, 속도가 가장 느린 제 4 분산 저장 장치(M_4)에 대응되는 제 4 수신 파일 조각 목록(A_4)에는 할당 가능한 모든 파일 블록(S_4)을 할당하되, 중복 파일을 배제하기 위해 제 1, 제 2 및 제 3 수신 파일 조각 목록(A_1, A_2, A_3)에 포함된 파일 블록은 제외한다. 결과적으로, 제 4 수신 파일 조각 목록(A_4)에는 다른 수신 파일 조각 목록들(A_1, A_2, A_3)에 포함된 파일 블록들을 제외한 나머지 파일 블록(20 번 블록)만이 할당된다.

위와 같은 방법에 의해 결정된 수신 파일 조각 목록들은 제 2 상자(110)에 도시되어 있다.

도 4b 내지 도 4c에는 각 분산 저장 장치들의 통신 속도의 비와 매칭되도록 수신 파일 조각 목록들(A_1, A_2, A_3, A_4)을 스케줄링하는 방법이 도시된다. 도 4b 내지 도 4c에서는 위에서 설명한 알고리즘 5 단계 내지 21 단계의 반복 단계를 2회 반복함으로써, 수신 파일 조각 목록들(A_1, A_2, A_3, A_4)에 포함된 파일 블록의 수를 대응되는 분산 저장 장치들의 통신 속도의 비와 일치시켰다. 다만, 이는 구체적인 사례에 의존하는 것으로서, 몇 번의 반복 수행을 통해 수신 파일 조각 목록들(A_1, A_2, A_3, A_4)의 스케줄링을 완료하느냐 하는 것은 사례에 따라 매번 달라질 수 있다.

도 4b 내지 도 4c에서 설명되는 스케줄링 방법을 개략적으로 설명하면 다음과 같다. 먼저, 분산 저장 장치의 통신 속도를 참조할 때, 대응되는 수신 파일 조각 목록(이하, 제공 목록)에 파일 블록이 가장 많은 분산 저장 장치(이하, 제공 저장 장치)를 선택한다. 그리고, 반대로, 분산 저장 장치의 통신 속도를 참조할 때, 대응되는 수신 파일 조각 목록(이하, 대응 목록)에 포함된 파일 블록이 가장 파소한 분산 저장 장치(이하, 대응 저장 장치)를 선택한다.

그리고, 대응 저장 장치에 저장된 파일 블록들 중에서 제공 목록과 공통되는 파일 블록들의 인기를 판단한다.

파일 블록들의 인기도 판단은 수학적 1의 인기도 함수 $P(w)$ 를 이용한다. 그리고, 구해진 인기도를 기준으로, 공통되는 파일 블록들 중 인기도 값이 가장 낮은 파일 블록부터 순서대로 제공 목록으로부터 대응 목록으로 옮긴다.

이와 같은 과정을 반복 단계의 조건 또는 조건 단계의 조건이 충족될 때까지 반복함으로써, 모든 수신 파일 조각 목록들에 대한 스케줄링이 완료된다. 아래에서는, 이러한 방법을 도 4b 및 도 4c의 예를 통해 구체적으로 설명한 내용이 제시된다.

제 3 상자(120)에는, 알고리즘의 제 6 단계 내지 제 21 단계를 1회 반복하는 과정이 나타난다. 이하에서 알고리즘의 제 n 단계는 달리 언급이 없으면 단순히 제 n 단계로 지칭하기로 한다.

제 6 단계는 어떤 수신 파일 목록이 파일 블록을 많이 포함하는지 또는 가장 과소한지를 판단하기 위한 단계이다. 여기서, 원본 파일의 모든 파일 블록은 20개 이고, 4개의 분산 저장 장치들(M_1, M_2, M_3, M_4)의 통신 속도의 비는 각각 8:5:5:2 이므로, 4개의 분산 저장 장치들(M_1, M_2, M_3, M_4) 각각으로부터 8개, 5개, 5개, 2개의 파일 블록을 수신하면 통신 속도에 비례하여 파일 블록들을 수신하게 된다(이하에서는, 이때의 8개, 5개, 5개, 2개의 파일 블록의 수를 기준 파일 블록의 수라고 한다). 여기서는, 통신 속도의 비와 기준 파일 블록의 수가 서로 동일하므로, 양자를 혼용하여 표현하기로 한다. 다만, 이는 사례마다 달라질 수 있으므로, 그외의 경우에는 통신 속도의 비와 기준 파일 블록의 수를 서로 구분하여야 할 수도 있다.

제 6 단계의 조건에 부합하게 {1, 2, 3, 4}를 재배열하면, $\{q_1, q_2, q_3, q_4\}$ 는 각각 {1, 2, 4, 3}가 된다. 즉, 제 1 수신 파일 조각 목록(A_1)에는 10개의 파일 블록이 포함되고 제 1 기준 파일 블록의 수는 8개이므로, 제 1 수신 파일 조각 목록(A_1)은 2개의 파일 블록을 갖는다. 동일한 방법으로, 제 2 수신 파일 조각 목록(A_2)은 1개의 파일 블록을 갖고, 제 3 수신 파일 조각 목록(A_3)은 2개의 파일 블록이 과소하며, 제 4 수신 파일 조각 목록(A_4)은 1개의 파일 블록이 과소하다. 따라서, 파일 블록이 과잉인 순서대로 나열하면, {1, 2, 4, 3} 수신 파일 목록의 순서가 되고, 이를 각각 $\{q_1, q_2, q_3, q_4\}$ 로 정의하는 것이 제 6 단계에 나타나는 내용이다.

제 7 단계 내지 제 9 단계는 현재 상태에서 수신 파일 조각 목록들의 스케줄링이 각 분산 저장 장치의 속도의 비와 매칭되도록 이루어졌는지 판단하는 단계이다. 도 4b의 예에서는 파일 블록이 과잉인 수신 파일 조각 목록이 존재하므로, 여기서의 조건문을 충족하지 않는다. 따라서, 제 7 단계 내지 제 9 단계는 통과된다.

제 10 단계에서, k 가 4이므로 1에는 4가 대입된다. 그리고, g 에는 $10-8=2$ 가 대입된다.

제 11 단계 내지 제 16 단계의 반복에서, 가장 과잉인 수신 파일 조각 목록(A_1)의 과잉상태가 해소될 때까지, 과잉 수신 파일 조각 목록(A_1)의 파일 블록들을 다른 수신 파일 조각 목록들로 옮긴다. 이때, 다른 수신 파일 조각 목록들이 파일 블록들을 옮겨받는 우선 순위는 과소한 순서에 따라 결정된다.

도 4b의 예에서는, 제 11 단계 내지 제 16 단계의 반복 단계에 의해 수행되고 나면, 제 1 수신 파일 목록(A_1)은 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 번 블록을 포함하도록 수정되고, 제 3 수신 파일 목록(A_3)은 1, 6, 17, 18, 19 번 블록을 포함하도록 수정된다. 이와 같은 결과는 제 4 상자(130)에 도시되어 있다.

그리고, 제 18 단계 내지 제 20 단계의 조건 단계에 의해 종료 조건을 판단한다. 조건 단계의 조건은 제 11 단계 내지 제 16 단계에서 파일 블록이 전혀 옮겨지지 않은 경우이므로, 이 경우 스케줄링이 완료된 것으로 판단하고 프로세스는 종료된다.

도 4b의 실시 예에서는 2개의 파일 블록이 옮겨졌으므로, 제 18 단계 내지 제 20 단계는 통과된다.

그리고, 도 4c에서, 제 21 단계의 회귀에 의해, 제 5 단계 이하의 반복 단계가 반복된다. 제 5 단계 이하의 반복 단계가 반복되는 시점에서, 각 수신 파일 조각 목록들의 상태가 제 5 상자(140)에 도시되어 있다. 반복 단계의 수행에 의해 수신 파일 조각 목록들을 수정하는 과정이 제 6 상자(150)에 도시되어 있다. 반복 단계의 수행에 의해 수신 조각 파일 목록들을 수정하는 방법은 도 4b의 제 3 상자(120)에서 설명한 바와 동일하므로 구체적인 내용은 여기서 생략된다. 제 6 상자(150)에 도시된 방법에 따라 제 2 및 제 4 수신 파일 목록(A_2, A_4)이 수정된 결과가 제 7 상자(160)에 도시되어 있다.

도 4d에는 도 4a 내지 도 4c에서 수행된 수신 조각 파일 목록의 수정 또는 스케줄링의 결과가 도시되어 있다.

도 4d를 참조하면, 제 1 내지 제 4 수신 파일 목록들(A_1, A_2, A_3, A_4)은 각각 8개, 5개, 5개, 2개의 파일 블록들을 포함하므로, 그 크기의 비가 대응되는 분산 저장 장치들의 속도의 비와 일치함을 알 수 있다. 또한, 제 1 내지 제 4 수신 파일 목록들(A_1, A_2, A_3, A_4)은 서로 중복되는 파일 블록을 포함하지 않도록 구성되어 있다.

도 4d에 도시된 수신 파일 목록들(A_1, A_2, A_3, A_4)은 파일 관리 장치에 의해 참조되며, 파일 관리 장치는 수신 파일 목록에 포함된 파일 블록만을 대응하는 분산 저장 장치로부터 수신하도록 제어된다.

이하에서는, 앞서 설명한 스케줄링 방법에 기초하여, 더욱 빠른 시간 내에 수신 파일 조각들을 수신하는 파일 관리 장치 및 방법을 제안한다. 이하에서, 설명되는 파일 관리 장치 및 방법은 파일 관리 장치와 분산 저장 장치들 사이의 통신 상태가 변경될 때(예를 들어, 통신 속도가 달라질 때), 이미 스케줄링이 완료된 수신 파일 조각 목록에 대해 재스케줄링을 수행하여 수신 파일 조각 목록들을 수정하는 구성을 포함한다.

이와 같은 재스케줄링에 대한 실시 예들이 도 5 및 도 6에서 설명된다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라, 파일 조각 목록들을 재스케줄링하는 파일 관리 방법을 나타내는 순서도이다.

여기서는, 파일 관리 장치가 분산 저장 장치들로부터 수신 파일 조각을 수신할 때, 소정의 개수(예를 들어, nC_{k-1} 개)의 파일 블록 단위로 수신 파일 조각을 수신하는 것으로 가정한다.

도 5를 참조하면, 파일 관리 방법은 S210 단계 내지 S270 단계를 포함한다.

S210 단계에서, 파일 관리 장치는 수신 파일 조각 목록들에 대한 스케줄링을 수행하여 수신 파일 조각 목록들을 결정한다. 이때, 수신 파일 조각 목록들은 서로 중복되는 파일 블록들을 포함하지 않도록, 그리고, 대응되는 분산 저장 장치의 통신 속도가 빠를수록 더 많거나 동일한 수의 파일 블록을 포함하도록 결정된다. S210 단계에서, 수신 파일 조각 목록들을 결정하는 단계(S210)는 도 3에서 설명한 스케줄링 단계(S110 및 S120)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 수신 파일 조각 목록들을 결정하는 구체적인 방법에 대한 설명은 여기서 생략된다.

S220 단계에서, 파일 관리 장치는 수신 파일 조각 목록들을 참조하여 분산 저장 장치로부터 또는 분산 저장 장치들 각각으로부터 동시에 소정의 개수(예를 들어, nC_{k-1} 개)의 파일 블록들을 수신한다.

S230 단계에서, 파일 관리 장치는 소정의 개수의 파일 블록들의 수신이 기준 시간 이내에 완료되었는지 판단한다. 기준 시간 이내에 완료되었으면, 파일 관리 방법은 S260 단계로 진행한다. 그렇지 않으면, 파일 관리 방법은 S240 단계로 진행한다.

소정의 개수의 파일 블록들의 수신이 기준 시간 이내에 완료되지 않은 경우, S240 단계에서 파일 관리 장치는 수신중인 소정의 개수의 파일 블록들을 삭제한다. 그리고, S240 단계에 이어, 파일 관리 방법은 S250 단계로 진행한다.

S250 단계에서, 파일 관리 장치는 파일 관리 장치와 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도에 따라, 수신 파일 조각 목록들을 재스케줄링한다. 여기서, 파일 관리 장치는 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도를 나타내는 통신 상태 정보를 참조할 수 있고, 통신 상태 정보는 소정의 시간 또는 소정의 조건에 따라 새롭게 생성되거나 갱신될 수 있다.

그리고, 여기서 수행되는 재스케줄링은 S210 단계의 스케줄링과 동일한 방법에 의해 수행되며, 파일 관리 장치가 수신을 완료한 파일 블록들을 제외한 나머지 파일 블록들에 대해서만 수행된다.

재스케줄링이 완료되면, 파일 관리 방법은 S220 단계로 복귀한다.

다시 S230 단계로 돌아가서, 소정의 개수의 파일 블록들의 수신이 기준 시간 이내에 완료된 경우, 파일 관리 방법은 S260 단계로 진행한다.

S260 단계에서, 파일 관리 장치는 수신된 파일 조각 또는 수신된 파일 블록을 이용하여 원본 파일을 복원한다. 예를 들어, 파일 관리 장치는 수신된 파일 블록들을 순서에 맞게 이어붙여서 원본 파일을 복원할 수 있다.

S270 단계에서, 파일 관리 장치는 원본 파일의 복원이 완료되었는지 판단한다. 원본 파일의 복원이 완료되었으면, 파일 관리 방법은 종료한다. 원본 파일의 복원이 완료되지 않았으면, 원본 파일의 파일 블록들 중 아직 수신되지 않은 파일 블록들이 있다는 것과 동일하므로, 계속하여 파일 블록들을 수신하기 위해 S220 단계로 복귀

한다.

상기와 같은 파일 관리 방법에 따르면, 수신 파일 조각 목록이 결정된 후, 파일 관리 장치와 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도가 변화하여도, 수신 파일 조각 목록의 재스케줄링을 통해 파일 조각을 수신하는데 걸리는 시간을 최소화할 수 있다.

도 6은 본 발명의 다른 일 실시 예에 따라, 파일 조각 목록들을 재스케줄링하는 파일 관리 방법을 나타내는 순서도이다.

도 6은 도 5의 실시 예와 유사하나, 기준 시간 내에 소정의 파일 블록들의 수신이 완료되지 않을 시, 수신중인 파일 블록들을 처리하는 방법에 있어서 차이가 있다.

여기서도, 파일 관리 장치가 분산 저장 장치들로부터 수신 파일 조각을 수신할 때, 소정의 개수(예를 들어, n_{Ck-1} 개)의 파일 블록 단위로 수신 파일 조각을 수신하는 것으로 가정한다.

도 6을 참조하면, 파일 관리 방법은 S310 단계 내지 S370 단계를 포함한다.

S310 단계에서, 파일 관리 장치는 수신 파일 조각 목록들에 대한 스케줄링을 수행하여 수신 파일 조각 목록들을 결정한다. 이때, 수신 파일 조각 목록들은 서로 중복되는 파일 블록들을 포함하지 않도록, 그리고, 대응되는 분산 저장 장치의 통신 속도가 빠를수록 더 많거나 동일한 수의 파일 블록을 포함하도록 결정된다. S310 단계에서, 수신 파일 조각 목록들을 결정하는 단계(S310)는 도 3에서 설명한 스케줄링 단계(S110 및 S120)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 수신 파일 조각 목록들을 결정하는 구체적인 방법에 대한 설명은 여기서 생략된다.

S320 단계에서, 파일 관리 장치는 수신 파일 조각 목록들을 참조하여 분산 저장 장치로부터 또는 분산 저장 장치들 각각으로부터 동시에 소정의 개수(예를 들어, n_{Ck-1} 개)의 파일 블록들을 수신한다.

S330 단계에서, 파일 관리 장치는 소정의 개수의 파일 블록들의 수신이 기준 시간 이내에 완료되었는지 판단한다. 기준 시간 이내에 완료되었으면, 파일 관리 방법은 S360 단계로 진행한다. 그렇지 않으면, 파일 관리 방법은 S340 단계로 진행한다.

소정의 개수의 파일 블록들의 수신이 기준 시간 이내에 완료되지 않은 경우, S340 단계에서 파일 관리 장치는 수신중인 소정의 개수의 파일 블록들 중 수신이 완료되지 않은 파일 블록들을 다른 분산 저장 장치로부터 수신한다. 예를 들어, 어떤 분산 저장 장치로부터 5개의 파일 블록들을 수신하는 경우, 2개의 파일만이 수신된 상태에서 기준 시간이 초과하면, 파일 관리 장치는 아직 수신되지 않은 나머지 3개의 블록들을 다른 분산 저장 장치로부터 수신한다.

실시 예로서, 파일 관리 장치는 나머지 3개의 블록들을 다른 분산 저장 장치들 중 파일 관리 장치와의 통신 속도가 가장 빠른 분산 저장 장치로부터 수신할 수 있다. 그리고, S340 단계에 이어, 파일 관리 방법은 S350 단계로 진행한다.

S350 단계에서, 파일 관리 장치는 파일 관리 장치와 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도에 따라, 수신 파일 조각 목록들을 재스케줄링한다. 여기서, 파일 관리 장치는 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도를 나타내는 통신 상태 정보를 참조할 수 있고, 통신 상태 정보는 소정의 시간 또는 소정의 조건에 따라 새롭게 생성되거나 갱신될 수 있다.

그리고, 여기서 수행되는 재스케줄링은 S310 단계의 스케줄링과 동일한 방법에 의해 수행되며, 파일 관리 장치가 수신을 완료한 파일 블록들을 제외한 나머지 파일 블록들에 대해서만 수행된다.

재스케줄링이 완료되면, 파일 관리 방법은 S320 단계로 복귀한다.

다시 S330 단계로 돌아가서, 소정의 개수의 파일 블록들의 수신이 기준 시간 이내에 완료된 경우, 파일 관리 방법은 S360 단계로 진행한다.

S360 단계에서, 파일 관리 장치는 수신된 파일 조각 또는 수신된 파일 블록을 이용하여 원본 파일을 복원한다. 예를 들어, 파일 관리 장치는 수신된 파일 블록들을 순서에 맞게 이어붙여서 원본 파일을 복원할 수 있다. 파일 관리 장치가 수신된 파일 조각 또는 수신된 파일 블록을 이용하여 원본 파일을 복원하는 방법에는 여러가지가 있을 수 있으며, 그 중 하나로서 한국특허출원 제10-2013-0016390호에 기재된 복원 방법이 사용될 수 있다.

S370 단계에서, 파일 관리 장치는 원본 파일의 복원이 완료되었는지 판단한다. 원본 파일의 복원이 완료되었으면, 파일 관리 방법은 종료한다. 원본 파일의 복원이 완료되지 않았으면, 원본 파일의 파일 블록들 중 아직 수

신되지 않은 파일 블록들이 있다는 것과 동일하므로, 계속하여 파일 블록들을 수신하기 위해 S320 단계로 복귀한다.

상기와 같은 파일 관리 방법에 따르면, 수신 파일 조각 목록이 결정된 후, 파일 관리 장치와 분산 저장 장치들 사이의 통신 속도가 변화하여도, 수신 파일 조각 목록의 재스케줄링을 통해 파일 조각을 수신하는데 걸리는 시간을 최소화할 수 있다.

이상에서 설명된 실시 예들은 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 이때, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 또는 그것들의 조합을 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크 (floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 저장 장치를포함할 수 있다. 이러한 저장 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈에 의해 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 반대도 마찬가지이다. 또한, 여기서 설명된 프로그램 명령어는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예를 들어 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한 각 실시 예는 여러 가지 형태로 변형될 수 있다.

또한, 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 발명의 범위는 상술한 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허 청구범위뿐만 아니라 이 발명의 특허 청구 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

1000: 파일 분산 관리 시스템

1100: 파일 관리 장치

1100a, 1100b, ..., 1100n: 분산 저장 장치들

1110: 통신부

1111: 통신 상태 관리자

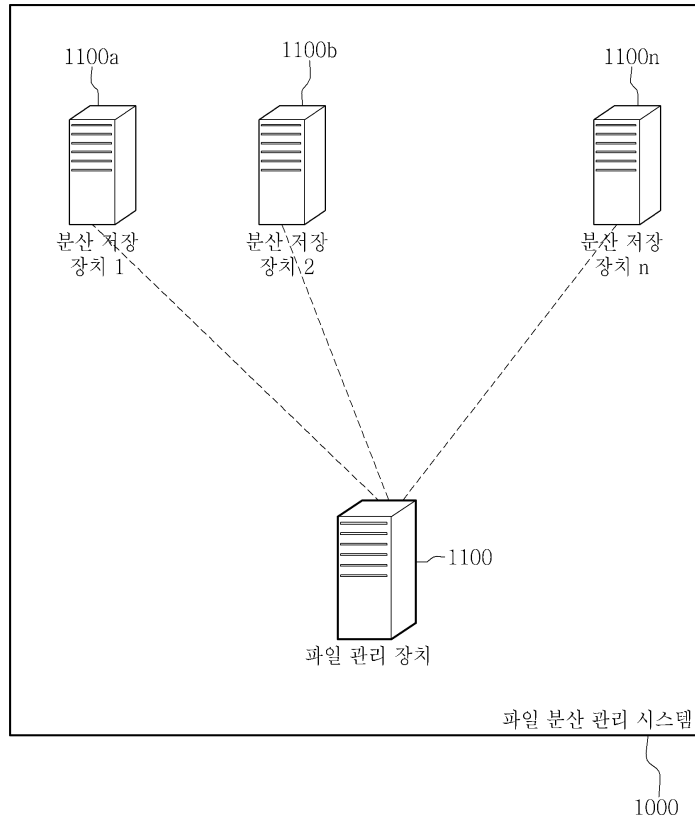
1120: 컨트롤러

1130: 스케줄러

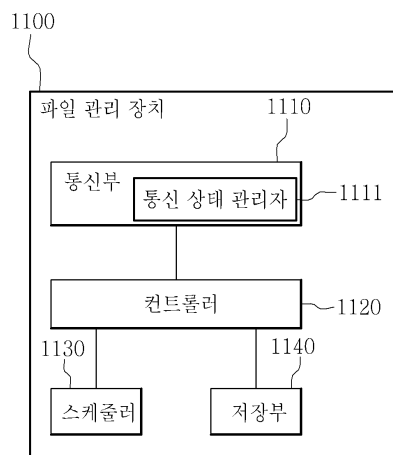
1140: 저장부

도면

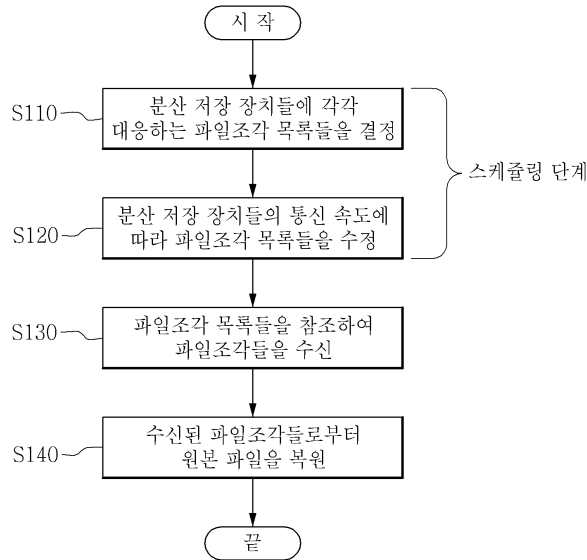
도면1



도면2



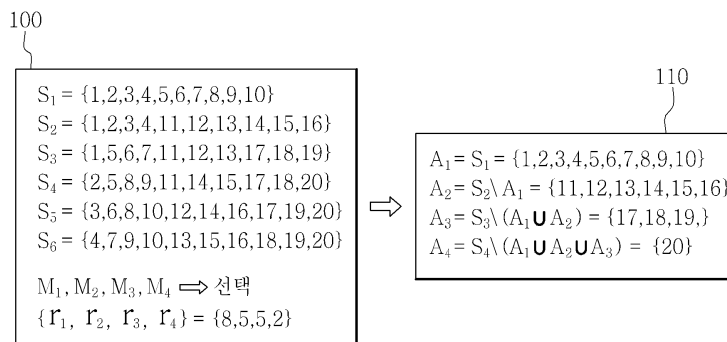
도면3



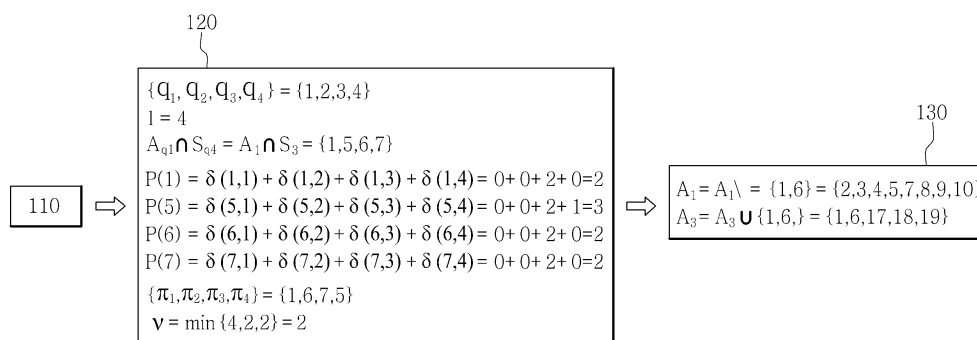
도면4

삭제

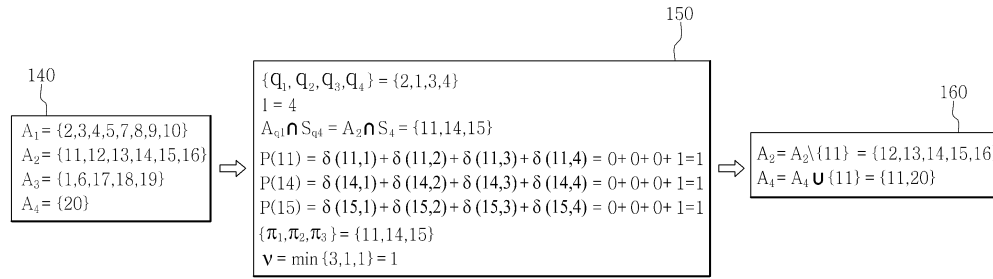
도면4a



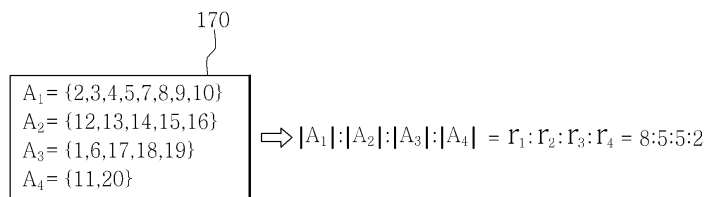
도면4b



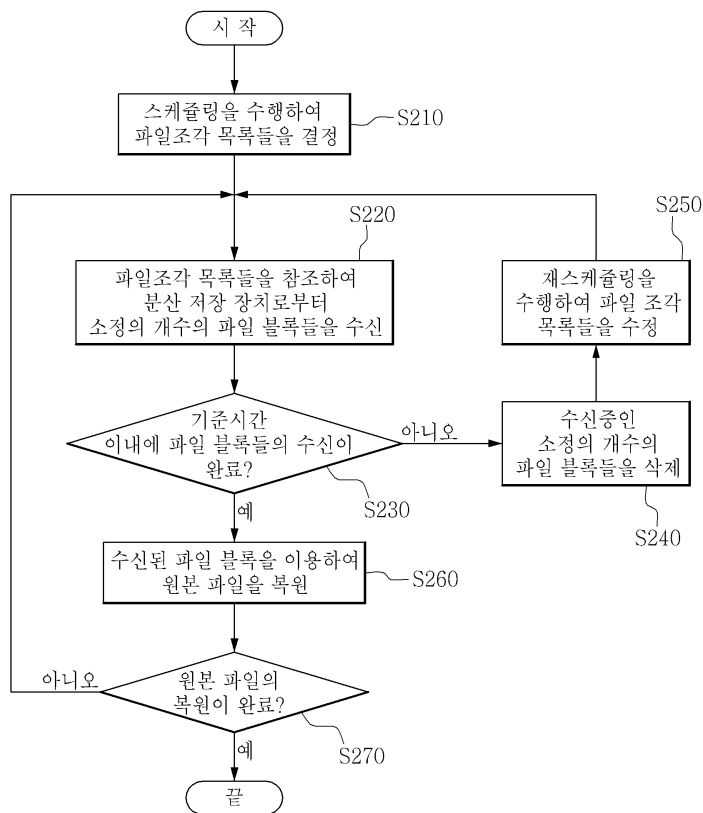
도면4c



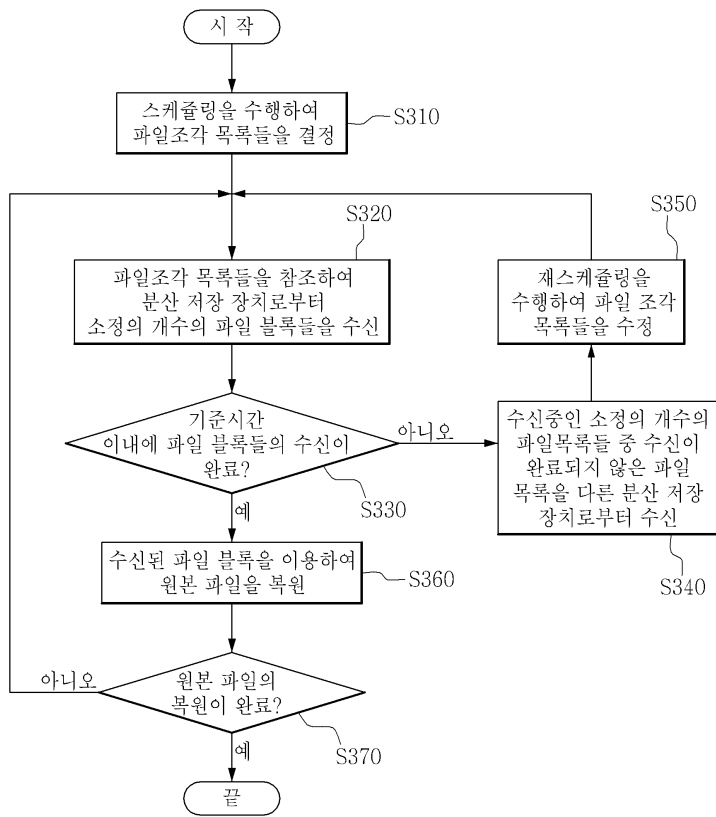
도면4d



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 16

【변경전】

상기 원본 파일

【변경후】

원본 파일