(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0020811
(43) 공개일자 2012년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 7/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0084664
(22) 출원일자 2010년08월31일
심사청구일자 2010년08월31일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
김덕환
서울특별시 양천구 목동로 230, 103동 1004호 (목동, 목동현대아이파크)
이근형
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 하이테크관 813호 (용현동)
(74) 대리인
특허법인정직과특허

전체 청구항 수 : 총 7 항

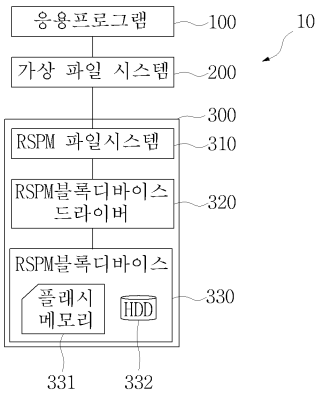
(54) 발명의 명칭 **네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치**

(57) 요 약

본 발명은 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에 관한 것으로, 사용자에 의해 작성된 응용프로그램, 상기 응용프로그램의 호출에 대응되는 입출력 요청을 생성하는 가상 파일 시스템, 상기 가상 파일 시스템의 입출력 요청에 대응되는 파일을 입출력하는 파일 시스템을 포함하여 구성되는 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에 있어서, 상기 파일 시스템은, 영상 및 음성을 포함하는 미디어 데이터는 상기 미디어 데이터 복구를 위한 부호어를 채널코딩으로 생성하고, 생성된 부호어를 이용하여 손실된 데이터를 복구하고, 운영 체제 또는 전용 응용프로그램과 관련된 시스템 데이터는 상기 시스템 데이터가 저장된 제1 저장매체와 별도로 제2 저장매체에 상기 시스템 데이터의 복사본을 작성하는 미러링(Mirroring)을 수행하고 상기 시스템 데이터의 복사본을 이용하여 상기 시스템의 손실된 데이터를 복구하는 RSPM(Reliable Storage using Parity and Mirroring) 파일 시스템인 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 구성된 본 발명에 따르면 많은 공간을 필요로 하며 2차적인 복원 수단이 존재하는 미디어 데이터는 패리티 코드와 Liberation 코드에 의한 부호어를 생성하며 이를 이용하여 데이터 손실을 복구함으로써 평균 약 11.289%의 데이터 손상을 방지할 수 있는 효과가 있으며, 시스템 데이터의 데이터는 손실 즉시 대체할 수 있는 동적 미러링 기법을 적용함으로써 예기치 않은 오류에도 실시간으로 촬영할 수 있는 환경을 제공할 수 있는 효과가 있다.

대 표 도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

사용자에 의해 작성된 응용프로그램, 상기 응용프로그램의 호출에 대응되는 입출력 요청을 생성하는 가상 파일 시스템, 상기 가상 파일 시스템의 입출력 요청에 대응되는 파일을 입출력하는 파일 시스템을 포함하여 구성되는 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에 있어서,

상기 파일 시스템은,

영상 및 음성을 포함하는 미디어 데이터는 상기 미디어 데이터 복구를 위한 부호어를 채널코딩으로 생성하고, 생성된 부호어를 이용하여 손실된 데이터를 복구하고,

운영 체제 또는 전용 응용프로그램과 관련된 시스템 데이터는 상기 시스템 데이터가 저장된 제1 저장매체와 별도로 제2 저장매체에 상기 시스템 데이터의 복사본을 작성하는 미러링(Mirroring)을 수행하고 상기 시스템 데이터의 복사본을 이용하여 상기 시스템의 손실된 데이터를 복구하는 RSPM(Reliable Storage using Parity and Mirroring) 파일 시스템인 것을 특징으로 하는 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 부호어의 생성은,

스트라이핑된 복수의 미디어 데이터를 상호 XOR(Exclusive OR)연산하여 제1 부호어를 생성하고,

상기 스트라이핑된 미디어 데이터와 이에 대응되는 부호 분산 행렬(Coding Distribution Matrix)을 각각 XOR연산한 후 상기 XOR연산된 데이터를 상호 곱셈 연산하여 제2 부호어를 생성하는 것을 특징으로 하되,

상기 부호 분산 행렬은 하기 수학식 2와 같이 산출되되, $I_{\rightarrow i}$는 i가 증가함에 따라 행렬 값이 오른쪽으로 1 비트씩 이동하며, $O_{y,y+i-1}$는 (y,y+i-1)의 행과 열에 해당되는 값이 1이고 나머지 행렬의 값이 0인 행렬인 것을 특징으로 하는 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치.

$$X_{q,0} = I$$

$$0 < i < k, X_{q,i} = I_{\rightarrow i} + O_{y,y+i-1} \text{ ---[수학식2]}$$

$$y = \frac{i(w-1)}{2}$$

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 미디어 데이터의 부호어 생성은,

버퍼(Buffer)에 상기 미디어 데이터를 일정 단위만큼 저장한 후 상기 저장된 미디어 데이터를 방출하고 상기 방출된 일정단위의 미디어 데이터에 대하여 부호어를 생성하는 것을 특징으로 하는 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 저장매체는 하드 디스크이고, 상기 제2 저장매체는 플래쉬 메모리인 것을 특징으로 하는 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치.

청구항 5

제1항 또는 제4항에 있어서,

상기 미러링은 매핑테이블(Mapping Table)을 통하여 시스템 데이터의 복사본이 제2 저장매체에 동적으로 할당되어 저장되는 것을 특징으로 하는 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 시스템 데이터가 변경되면 상기 매핑테이블을 통하여 상기 시스템 데이터의 복사본도 변경되는 것을 특징으로 하는 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 매핑테이블은 이진 트리로 구성된 것을 특징으로 하는 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 미디어 데이터의 손상 복구가 가능하고 시스템 데이터의 오류에 실시간으로 대응 가능한 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 촬영 기술의 발달과 네트워크 기술의 발전 및 비용 하락에 의하여 영상 감시 시스템은 기존에 비하여 더욱 폭넓게 사용되고 있다.

[0003] 즉, 범용적으로 사용되는 보안 용도 이외에도 초등학생 등하교길 감시, 공장 생산 라인 감시, 쇼핑몰 손님 현황 분석 등, 다양한 분야에서 활용되고 있으며 근래에도 지속적으로 발전하고 있다. 과거 아날로그 방식으로 영상을 촬영하여 비디오테이프에 기록하는 VCR(Video Cassette Recorder) 방식은 기록 매체를 비디오테이프에서 디지털 미디어로 변경하는 DVR(Digital Video Recorder)시스템으로 발전하였다. 또한, 네트워크 기술의 발전 및 인프라가 구축됨에 따라 도 1과 같이 IP 카메라와 비디오 서버에 원격으로 접속하여 재생 및 제어를 수행할 수 있는 네트워크 기반 비디오 레코더(NVR, Network Video Recorder)가 출현하였다.

[0004] 한편, 기존의 네트워크 기반 비디오 레코더는 전체 시스템의 규모에 따라 수량의 차이는 있지만 공통적으로 하드 디스크를 저장장치로 사용하였다. 또한 개인용 PC 환경에서 사용하는 것과 동일한 파일 시스템을 사용하였다.

[0005] 그러나 이러한 하드 디스크는 다양한 이유로 오류를 일으킨다. 오류의 종류는 크게 데이터의 분실과 손실로 분류할 수 있다. 데이터의 분실은 Servo영역 손실, 헤드 트랙 이탈, SMART 기한 초과, 컨트롤러 불량 등의 원인으로 인하여 일어나며 주로 하드웨어 또는 펌웨어 영역에서 발생한다. 데이터의 분실 오류는 오류가 일어나는 영역이 크고 명확하여 오류의 탐지가 용이하다. 따라서 많은 연구가 이루어졌으며 충분한 대책이 이루어졌다.

[0006] 데이터의 손실은 장치 노화, 비트 전송 오류, 과열 또는 부식에 의한 데이터 손실, 플래터의 흠집에 의한 손실 등에 인하여 국지적으로 발생되며, 이는 실제 데이터의 입출력이 시도되지 않으면 탐지되지 않는 잠재적인 오류이다. 대표적인 데이터 손실 오류는 하드 디스크의 불량 섹터 오류로 하드 디스크 특정 섹터의 데이터가 완전히 소실될 수 있다.

[0007] 이렇게 하드 디스크의 데이터의 분실 오류를 해결하기 위해 일반적으로 복수의 하드 디스크를 활용하는 RAID(Redundant Arrays of Inexpensive Disks)방법이 제안되었다. RAID 방법은 복수의 하드 디스크에 분산하여 데이터를 저장하여 입출력 성능을 향상시키는 스트라이핑 방법, 복사본을 만들어 두는 미러링 방법, 비트 단위의 오류를 검출, 복구하는데 적합한 ECC(Error Correction Code), 블록 단위의 오류를 검출, 복구하기 위한 패리티 방법 등이 있는데, 이를 이용함으로써 하드 디스크의 성능과 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0008] 하지만 규모가 작은 시스템을 구성 시, 복수의 저장장치를 사용하기 어려운 경우가 있다. 또한 RAID 방법은 일반적으로 디바이스 드라이버 또는 펌웨어 영역에서 구현되기 때문에 데이터의 특성에 따라 차별화된 신뢰성 방법을 적용할 수 없는 문제점이 있었다.

[0009] 또한, 개인용 PC 환경의 파일 입출력 요청과 네트워크 기반 비디오 레코더 환경의 파일 입출력 요청은 서로 다른 특성을 보인다. 개인용 PC 환경의 파일 입출력 요청은 대부분 그 크기가 작으며 공통적인 패턴 없이 무작위 발생하는 특성을 보이고 있지만 네트워크 기반 비디오 레코더의 파일 입출력 요청은 각 요청의 크기가 크며, 일정한 패턴이 반복되는 특성을 보이고 있다. 따라서 이러한 특성을 감안하여 네트워크 기반 비디오 레코더의 특성에 부합하여 하드 디스크의 입출력 성능을 최대한 높일 수 있는 파일 시스템이 요구되는 실정이었다.

[0010] 하지만 네트워크 기반 비디오 레코더는 저장장치에 대용량의 쓰기 연산을 반복적으로 수행하게 되므로 저장장치가 쉽게 노화되는 문제점이 있었다. 이에 따라 불량 섹터가 많아지며 데이터의 손상 가능성이 높아질 뿐만 아니라 불안정한 네트워크상황, 사용자의 잘못된 조작, 외부 충격 등에 의해서 촬영된 영상 데이터 및 시스템 데이터가 손실될 수 있다.

[0011] 그러나 기존 네트워크 기반 비디오 레코더에 사용되는 파일 시스템에 따르면 이러한 손실에 충분히 대비되어 있지 않아 저장장치의 신뢰성이 보장되지 않았다.

[0012] 또한, 네트워크 기반 비디오 레코더는 감시하거나 촬영한 영상 데이터를 저장장치에 저장하고 보존하여 사고나 범죄 발생 시 원인 분석의 중요한 단서로 활용되므로 저장된 데이터에 대하여 높은 신뢰도가 요구되는 실정이었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치의 데이터 유형에 따라 다음과 같이 손실된 데이터의 복구를 차별화시킨다. 즉, 미디어 데이터에 대하여 채널코딩을 통하여 부호어를 생성하고 생성된 부호어를 이용하여 손상된 데이터를 복구하며, 시스템 데이터에 대하여 매핑테이블을 이용하여 별도의 저장매체에 상기 시스템 데이터의 복사본을 저장하고 저장된 시스템 데이터의 복사본을 이용하여 손상된 데이터를 복구함으로써 신뢰성 있는 데이터의 복구 및 시스템의 실시간성 유지가 가능한 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 사용자에 의해 작성된 응용프로그램, 상기 응용프로그램의 호출에 대응되는 입출력 요청을 생성하는 가상 파일 시스템, 상기 가상 파일 시스템의 입출력 요청에 대응되는 파일을 입출력하는 파일 시스템을 포함하여 구성되는 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에 있어서, 상기 파일 시스템은, 영상 및 음성을 포함하는 미디어 데이터는 상기 미디어 데이터 복구를 위한 부호어를 채널코딩으로 생성하고, 생성된 부호어를 이용하여 손실된 데이터를 복구하고, 운영 체제 또는 전용 응용프로그램과 관련된 시스템 데이터는 상기 시스템 데이터가 저장된 제1 저장매체와 별도로 제2 저장매체에 상기 시스템 데이터의 복사본을 작성하는 미러링(Mirroring)을 수행하고 상기 시스템 데이터의 복사본을 이용하여 상기 시스템의 손실된 데이터를 복구하는 RSPM(Reliable Storage using Parity and Mirroring) 파일 시스템인 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명에 따른 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에서, 상기 부호어의 생성은, 스트라이핑된 복수의 미디어 데이터를 상호 XOR(Exclusive OR)연산하여 제1 부호어를 생성하고, 상기 스트라이핑된 미디어 데이터와 이에 대응되는 부호 분산 행렬(Coding Distribution Matrix)을 각각 XOR연산한 후 상기 XOR연산된 데이터를 상호 곱셈 연산하여 제2 부호어를 생성하는 것을 특징으로 하되, 상기 부호 분산 행렬은 하기 수학식 2와 같이 산출되되, I→i는 i가 증가함에 따라 행렬 값이 오른쪽으로 1 비트씩 이동하며, Oy,y+i-1는 (y,y+i-1)에 해당되는 행과 열의 값이 1이고 나머지 행렬인 것을 일 특징으로 한다.

$$X_{q,0} = I$$

$$0 < i < k, X_{q,i} = I_{\rightarrow i} + O_{y,y+i-1} \text{---[수학식2]}$$

$$y = \frac{i(w-1)}{2}$$

[0016]

[0017] 본 발명에 따른 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에서, 상기 미디어 데이터의 부호어 생성은, 버퍼(Buffer)에 상기 미디어 데이터를 일정 단위로 저장한 후 상기 일정단위로 저장된 미디어 데이터를 방출하고 상기 방출된 일정단위의 미디어 데이터에 대하여 부호어를 생성하는 것을 다른 특징으로 한다.

[0018] 본 발명에 따른 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에서, 상기 제1 저장매체는 하드 디스크이고, 상기 제2 저장매체는 플래쉬 메모리인 것을 또 다른 특징으로 한다.

[0019] 본 발명에 따른 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에서, 상기 미러링은 매핑테이블(Mapping Table)을 통하여 시스템 데이터의 복사본이 제2 저장매체에 동적으로 할당되어 저장되는 것을 또 다른 특징으로 한다.

[0020] 본 발명에 따른 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에서, 상기 시스템 데이터가 변경되면 상기 매핑테이블을 통하여 상기 시스템 데이터의 복사본도 변경되는 것을 또 다른 특징으로 한다.

[0021] 본 발명에 따른 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에서, 상기 매핑테이블은 이진 트리로 구성된 것을 또 다른 특징으로 한다.

[0022]

발명의 효과

[0023] 이상에서 상세히 설명한 바와 같이 상기 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치에 따르면 많은 공간을 필요로 하며 2차적인 복원 수단이 존재하는 미디어 데이터는 패리티 코드와 Liberation 코드에 의한 부호어를 생성하며 이를 이용하여 데이터 손실을 복구함으로써 평균 약 11.289%의 데이터 손상을 방지할 수 있는 효과가 있으며, 시스템 데이터의 데이터는 손실 즉시 대체할 수 있는 동적 미러링 기법을 적용함으로써 예기치 않은 오류에도 실시간으로 촬영할 수 있는 환경을 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 통상적인 네트워크 기반 비디오 레코더(NVR, Network Video Recorder)를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치를 도시한 도면이다.

도 3은 리눅스에서 사용되는 EXT3 파일시스템의 구조를 도시한 도면이다.

도 4는 데이터의 분류 및 시스템 데이터의 쓰기 연산에 대한 순서도이다.

도 5는 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템에서 미디어 데이터에 대하여 지연쓰기를 도시한 도면이다.

도 6은 지연쓰기의 쓰기 연산 순서를 도시한 순서도이다.

도 7은 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템에서 수행되는 비트 행렬 코딩 시스템의 인코딩 연산 예시를 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템에서 수행되는 Liberation 코드 고유의 CDM을 산출하는 예시를 도시한 도면이다.

도 9는 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템에서 수행되는 미디어 데이터의 복구를 위한 디코딩 연산의 예시를 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템에서 동적 미러링 방법에 사용되는 이진 트리의 예시를 도시한 도면이다.

도 11은 도 9와 표 3의 데이터를 기반으로 하는 손상된 미디어 데이터의 검색 예시이다.

도 12는 60분의 촬영 시간을 100%로 가정할 때 인코딩 시간의 비율을 도시한 도면이다.

도 13은 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템에 대하여 스트레스 테스트로 전체 하드디스크 중 생성된 오류의 비율과 이에 따른 패리티 코드와 Liberation 코드의 복원율을 도시한 도면이다.

도 14는 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템에 대하여 와이블 분포에 따른 데이터의 손상률을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0026] 네트워크 기반 비디오 레코더의 비디오 서버는 기본적으로 하나의 하드 디스크를 가진다. 하드 디스크 내의 불량 섹터가 발생하여 데이터의 일부가 손상되는 경우가 종종 발생한다. 이에 대한 대응책이 기존의 네트워크 기반 비디오 레코더에는 마련되어 있지 않다. 이를 극복하기 위하여 본 발명은 하나의 플래시 메모리를 추가 장착하는 RSPM(Reliable Storage using Parity and Mirroring) 파일시스템을 제공한다. 추가된 플래시 메모리에는 시스템 데이터의 사본, 채널 코딩 방법의 부호어 일부를 저장한다. 하드 디스크가 손상된 경우에는 상기 플래시 메모리에 저장된 데이터를 이용하여 하드 디스크에 저장된 데이터들의 손상을 복구할 수 있다. 본 발명의 구체적인 구성은 다음과 같다.

[0027] 도 2는 본 발명에 따른 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치(10)를 도시한 도면이다. 도 2에 따르면 본 발명에 따른 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치(10)는 응용 프로그램 계층(100), 가상 파일 시스템(200) 및 RSPM 계층(300)을 포함하여 이루어진다.

[0028] RSPM 계층(300)은 RSPM 파일시스템(310), RSPM 블록 디바이스 드라이버(320), 및 RSPM 블록 디바이스(330)를 포함하여 이루어지며, RSPM 블록 디바이스(330)는 플래시 메모리(331)와 하드디스크(332)로 이루어진다.

[0029] 구체적인 구성을 살펴보면, 응용프로그램 계층(100)은 사용자에 의해 작성된 응용 프로그램을 나타내며 시스템 콜(Call)을 통해 가상 파일 시스템(200)에 접근할 수 있다. 가상 파일 시스템(200)은 RSPM 파일 시스템(310)과 상호작용하여 RSPM 블록 디바이스 드라이버(320)에 적합한 입출력 요청을 생성한다. RSPM 파일 시스템(310)은 EXT3 파일 시스템을 기반으로 입출력 요청에 패리티 코드나 Liberation 코드와 같은 채널 코딩과 동적 미러링 방법을 적용한다. 채널 코딩 방법과 동적 미러링에 대해서는 후술한다.

[0030] RSPM 블록 디바이스 드라이버(320)는 하나의 플래쉬 메모리(331) 및 하나의 하드 디스크(332)를 하나의 단위 디바이스로 간주한 RSPM 블록 디바이스(330)를 제어한다.

[0031] 여기서 EXT3 파일 시스템은 리눅스 범용 파일 시스템으로서 많은 네트워크 기반 비디오 레코더가 임베디드 리눅스 환경에서 작동하고 있어 채택되고 있는 파일 시스템이다. EXT3는 EXT2가 발전된 형태로 도 3에 도시된 바와 같이 저널링 기능이 추가되어 신뢰성을 향상시켰다.

[0032] 저널링은 파일 시스템의 메타데이터(U), inode(N_i)와 데이터 블록(N_d)의 쓰기 도중 오류가 발생되어 파일 시스템 전체에 악영향을 미치는 경우에 대비한 것이다.

[0033] 구체적인 동작을 살펴보면, 도 3에 도시된 바와 같이 물리적인 저장매체에 데이터를 쓰기 전에 먼저 저널에 쓰게 될 데이터를 복사 해둔 후 저널에 정상적으로 쓰기 작업이 완료되면 물리적인 저장매체에 데이터 쓰기 작업을 수행한다. 만약 저널에 쓰기 도중 문제가 발생할 경우 쓰기 요청 자체가 삭제되므로 파일 시스템의 무결성을

보장할 수 있다. 또한 물리적인 저장매체에 쓰기 과정 중 문제가 발생하는 경우에는 문제 해결 후 다시 저널에서 물리적인 저장매체로의 쓰기 시도를 하므로 파일 시스템의 무결성을 보장할 수 있다.

[0034] 한편, 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템(310)은 일반적인 PC 환경과는 다르게 데이터 유형에 따라 별도 방식에 따라 처리를 할 수 있다. 즉, 일반적인 PC 환경 저장장치의 파일들은 제각각 그 역할과 특성이 다르며, 이를 명확하게 구분 지을 수 없어 각 파일의 특성에 적합한 처리를 할 수 없다.

[0035] 하지만 네트워크 기반 비디오 레코더는 데이터 입출력 특성 및 용량에 따라 영상 및 음성을 포함하는 미디어 데이터와 시스템을 유지하는데 필요한 시스템 데이터로 크게 분류할 수 있다.

[0036] 표 1은 각 데이터 타입에 따른 신뢰성 방법을 보여준다. 미디어 데이터는 카메라에서 촬영된 영상 또는 사진, 음성을 뜻하며 네트워크 기반 비디오 레코더의 핵심적인 데이터이므로 높은 신뢰성을 확보할 필요가 있다.

[0037] 또한 미디어 데이터는 크기가 크며 프레임 복원(특정 프레임이 손상 시, 인접한 프레임과 비교하여 손상된 프레임을 복원)과 같은 2차적인 복원 수단이 존재하기 때문에 높은 복원율보다 공간 효율 및 과부하 방지를 위해 작은 크기의 부호어를 생성하는 패리티 코드나 Liberation 코드와 같은 채널 코딩 방법을 적용한다. 채널 코딩방법으로 인코딩된 부호어는 플래시 메모리에 저장되어 하드디스크의 데이터 블록들이 손실되었을 경우 이를 복구하기 위해 사용된다.

[0038] 시스템 데이터는 네트워크 기반 비디오 레코더의 운영 체제 또는 전용 응용프로그램에서 사용하는 파일들이며 네트워크 기반 비디오 레코더의 정상 가동을 위해서 필수 불가결한 파일들이다. 따라서 손상 시 즉시 복구할 수 있도록 복사본을 플래시 메모리에 작성하는 미러링 방법을 적용한다. 미러링 방법에 대해서도 후술한다.

표 1

[0039]

데이터 타입	크기	실시간성 유지	채널코딩	미러링
미디어	크다.	-	○	-
시스템	작다.	○	-	○

[0040] 도 4는 데이터의 분류 및 시스템 데이터의 쓰기 연산에 대한 순서도이다. RSPM 파일 시스템은 파일이 저장된 디렉토리에 따라 타입을 구분하며 이는 파일 시스템 설계자에 의해 수정될 수 있다.(S100)

[0041] 따라서 카메라 데이터를 저장하는 응용 프로그램은 이에 맞게 데이터를 배치할 수 있어야 한다. 예시적으로 /bin, /sbin, /lib, /etc, /boot, /initrd, /sys, /usr 디렉토리에 쓰여지는 데이터는 시스템 데이터로 분류될 수 있다.

[0042] 시스템 데이터로 분류된 데이터는 플래시 메모리(331)에 해당 데이터가 존재하는지 확인된 후(S110) 해당 데이터가 존재한다면 시스템 데이터의 쓰기 처리는 미러링 방법에 따라 플래시 메모리(331)에도 동시에 업데이트 된다(S120). 해당 데이터가 존재하지 않는다면 플래시 메모리(331)에 해당 데이터에 대한 새로운 영역을 할당받아 플래시 메모리(331)에 Mirror를 생성하고 이에 대응되도록 하드디스크(332)에 쓰기 요청을 수행한다.(S130)

[0043] 한편, 미디어 데이터는 /multimedia에 쓰여지는 파일이 될 수 있으며, 미디어 데이터의 특성과 네트워크 기반 비디오 레코더에 사용되는 하드디스크의 특성을 고려하여야 한다.

[0044] 즉, 하드 디스크는 회전하는 플래터에 암을 이용하여 데이터를 읽으며, 이러한 기계적인 특성에 의해 불연속적인 읽기/쓰기의 성능이 좋지 않으며 상대적으로 연속적인 읽기/쓰기에 좋은 성능을 보인다. 따라서 네트워크 기반 비디오 레코더는 이러한 하드 디스크의 특성을 고려하여 연속적인 읽기/쓰기를 수행할 수 있도록 유도하여야 한다.

[0045] 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템(310)에서 미디어 데이터의 쓰기는 도 5와 같이 각 채널당 미디어 데이터가 연

속적으로 쓰이게 하며, 부호어를 효율적으로 인코딩하기 위해 지연쓰기를 사용할 수 있다.

[0046] 지연쓰기는 메인 메모리를 버퍼로 활용하여 미디어 데이터를 일정량 모으고 이를 방출할 시 일정 단위로 묶어 부호어를 생성하는 방법으로 이루어진다. 버퍼에 모인 카메라 데이터는 채널 번호를 기준으로 정렬되어 방출되며 이로써 공간지역성을 유지할 수 있다. 지연쓰기의 부호어는 채널에 상관없이 연속적으로 쓰인 데이터를 이용하여 생성한다. 여기서 부호어 P와 Q는 플래시 메모리에 저장된다.

[0047] 지연쓰기의 쓰기 연산은 도 6에 도시되어 있다. 지연쓰기는 각 채널에서 카메라 데이터 A, B, C, D를 모아 버퍼가 가득 찰 때까지 적재하는 방법으로 수행된다. 버퍼는 이중으로 구성되며 버퍼에 있는 데이터 방출시에도 다른 버퍼에 적재가 가능하도록 구성될 수 있다.

[0048] 버퍼에 데이터가 가득 차면 데이터를 방출하여 이에 대하여 부호어 P와 Q를 생성하여 플래시 메모리에 저장한다. 부호어 P, Q의 쓰기 연산이 끝난 후에 실제 미디어 데이터의 저장이 이루어진다.

[0049] 다음은 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템(310)에서 미디어 데이터의 데이터 복구를 위하여 사용된 Liberation 코드를 설명한다.

[0050] Liberation 코드는 RAID-6 기반 채널 코딩 방법 중 하나로 스트라이핑(striping)된 데이터를 XOR(Exclusive OR) 연산으로 부호어를 만들고 이 부호어를 사용하여 데이터 손상 시 복구하는 방법이다.

[0051] 여기서 스트라이핑이란 최소 2개 이상의 HDD를 사용하여 연속적인 데이터의 기록시 각각의 HDD마다 서로 다른 데이터를 번갈아 가며 동시에 기록하거나 읽어 들이는 것을 말한다.

[0052] Liberation 코드는 현재 제안된 채널 코딩 방법 중 인코딩과 디코딩 연산에서 수행하는 XOR 연산의 수가 적어 높은 성능을 보이고 있다. 따라서 RSPM 방법은 Liberation 코드를 채용한다.

[0053] 도 7은 비트 행렬 코딩 시스템의 인코딩 연산 예시를 도시한 도면이다. 도 7에 의하면 Libration 코드는 이진 분산 행렬(Binary Distribution Matrix, BDM) 기반 코드로 미디어 데이터의 데이터를 복구하기 위한 부호어(Codeword) P, Q를 생성한다. 각 벡터는 w개의 비트로 이루어져 있으며, 각 매트릭스는 w×w개의 비트로 이루어져 있다. BDM의 I 행렬은 항등원 행렬(Identity Matrix)로 XOR 곱셈 연산을 하여도 같은 결과를 내는 행렬이다.

[0054] BDM의 X_p와 X_q는 부호어를 생성하는 부호 분산 행렬(Coding Distribution Matrix, CDM)로서 부호어 P와 Q를 생성하는데 사용된다. P는 각 k개의 하드디스크에 저장된 각 스트라이핑된 데이터들을 상호 XOR 연산함으로 산출될 수 있다. 구체적인 산출식은 하기의 수학식 1에 의한다. 상기에서 생성된 부호어 P는 플래시 메모리에 저장될 수 있다.

수학식 1

[0055] $$P = D_0 \oplus D_1 \oplus \ldots \oplus D_{k-1}$$

[0056] 부호어 Q를 계산하기에 앞서 도 7과 같은 Liberation 코드 고유의 CDM을 생성할 필요가 있다. CDM은 하기의 수학식 2에 의하여 생성될 수 있다.

수학식 2

$$- \ X_{q,0} = I$$

$$- \ 0 < i < k, X_{q,i} = I_{\rightarrow i} + O_{y,y+i-1}$$

$$y = \frac{i(w-1)}{2}$$

[0057]

[0058] 도 8은 Liberation 코드 고유의 CDM을 산출하는 예시를 도시한 도면이다. 도 8의 예시에서는 미디어 데이터는 7 비트이고, 4개의 하드에 미디어 데이터가 스트라이핑 되었다고(w=7, k=4) 가정하였다.

[0059] 수학식 2에서 첫 번째 행렬 $X_{q,0}$는 항등원 행렬이며, $L_{\rightarrow i}$는 i가 증가함에 따라 행렬값이 오른쪽으로 1 비트씩 이동하는 것을 나타낸다. 또한, (y,y+i-1)의 행과 열에 해당되는 값이 1이고 나머지 행과 열에 해당되는 값은 0인 행렬 $O_{y,y+i-1}$를 추가적으로 더해준다.

[0060] 예컨데, D0 = 1001101, D1 = 0010110, D2 = 1011001, D3 = 0110111 로 각 스트라이프를 가정하면, 각 스트라이프 간 XOR 연산을 통해 P = 0110101이 된다. 또한 Di(0≤i<k)와 $X_{q,i}$(0≤i<k)를 XOR연산한 후 XOR연산된 값을 상호 곱셈 연산하면 Q = 0101101이 됨을 알 수 있다.

[0061] 한편, 데이터가 손상되었을 경우, 부호어를 이용하여 이를 복구할 수 있어야한다. 이러한 연산을 디코딩 연산이라 하며 도 7의 연산을 역으로 수행하여 원본 데이터를 복구한다. 디코딩 연산의 예시는 도 9에 도시되어 있다. 도 9에 도시된 바와 같이 (손상되지 않은 데이터(생존자, Surviver) + 부호어) * BDM 중 손상된 영역에 해당하는 부분을 삭제한 행렬의 역원(Inverse Matrix) 중 손상 영역에 해당되는 행렬을 연산하여 손상된 영역을 복원한다.

[0062] 다음은 본 발명에 따른 RSPM 파일시스템(310)에서 시스템 데이터의 데이터 복구를 위하여 사용되는 동적 미러링에 대하여 설명한다.

[0063] RSPM 파일시스템(310)의 미러링 방법은 RSPM 파일시스템(310)의 블록 단위로 작동하며 저장장치 영역에서 일반적으로 사용되는 미러링 방법과 다르게 사본을 동적으로 할당하여 보관한다.

[0064] 최근 플래시 메모리의 발전에 따라 저장 공간은 지속적으로 확장되었다. 하지만 비디오 서버를 구동시키는 임베디드 기반 운영체제의 필요 저장 공간은 크지 않으며 향후 그 증가 폭도 크지 않으리라 예상된다. 기존의 미러링 방식은 하드웨어에 의한 장치와 장치의 1:1 매핑 방식이며 이를 채용할 경우, 시스템 데이터가 포함된 저장장치와 같은 용량을 가지고 있는 저장장치를 사용하여야 한다.

[0065] 하지만 사본의 저장 영역을 동적으로 할당하면 사본이 저장되는 영역 이외의 영역을 활용할 수 있으며 운영체제가 설치된 저장장치와 다른 종류의 저장장치를 활용할 수 있어 활용성이 증대된다.

[0066] 본 발명에서는 동적 미러링 방법을 위해 미러 블록 매핑 테이블(Mirror Block Mapping Table, MBMT)을 도입하였다. MBMT는 사본이 저장될 플래시 메모리가 마운트 될 시 생성되며, 원본 시스템 데이터 블록 갱신 시 사본에 변경 내용을 적용하며 MBMT 또한 갱신된다.

[0067] MBMT에는 다음과 같은 정보가 포함된다. 즉, 원본 블록 주소(원본 시스템 데이터의 시작 블록 주소), 사본 블록 주소(사본 시스템 데이터의 시작 블록 주소) 및 대상 블록의 길이가 그것이다.

[0068] 시스템 데이터 영역이 손상되어 읽기 요청에 문제가 생겼을 경우, 대체 블록을 상기 읽기 요청의 결과 값으로 돌려줘야 한다. 이를 위하여 대체 블록의 주소를 알 수 있어야 하며 이는 MBMT에 기록되어 있다. 하지만 MBMT는 모든 블록 주소를 기록하지 않으며, 연속된 블록의 시작 블록 주소만 기록하기 때문에 대상 블록이 소속된 연속 블록의 시작 블록을 탐색할 수 있어야 한다.

[0069] 이러한 문제를 해결하기 위해 MBMT는 도 10과 같은 이진 트리(Binary Tree)로 구성된다. 도 10은 동적 미러링 방법에 사용되는 이진 트리의 예시로 MBMT의 원본 블록 주소를 기준으로 이진 트리를 작성하였다. 대체 블록의 검색은 손상 블록과 연속적이며 MBMT에 기재된 시작 블록을 먼저 검색하여야 한다.

[0070] 도 11은 도 9와 하기 표 3의 데이터를 기반으로 작성한 검색 예시이다. 대체 블록 검색은 도 11과 같이 이진 트리를 순회하며 손상 블록의 시작 블록을 검색하여 대체 블록을 찾을 수 있다.

[0071] 구체적으로, 손상 영역이 x=0x00548378이라 가정하면, 손상영역에 해당되는 데이터 값을 첫 번째 트리의 데이터 값들과 비교한다. x 값이 상위 트리의 0x01435584에 저장된 데이터 값보다 적으므로 0x01435584에 연결된 하위 트리에 저장된 데이터 값들과 x 값을 비교한다. 하위 트리의 0x00545070 및 0x00548370에 저장된 데이터보다 x 값이 크므로 이를 건너뛰고 0x01422754에 저장된 데이터보다 x 값이 적으므로 0x01422754 바로 이전의 주소인 0x00548370를 x에 근접 주소인 y 값으로 취득한다. 다음으로 y와 x의 주소차인 y-x를 구한 후 y의 Mirror Block에 y-x만큼 주소를 증감하여 이를 x의 주소로 리턴한다.

표 2

[0072]

원본 블록 주소	미러 블록 주소	길이
0x00545070	0x00087154	25
0x00548370	0x00173145	27
0x01422754	0x04271726	33
0x01435584	0x05473218	14
...	...	...

[0073] 다음은 본 발명에 따른 RSPM 블록 디바이스(330)를 사용한 경우와 단일의 하드 디스크를 사용한 경우 각각의 신뢰성을 측정한 결과를 설명한다.

[0074] 측정 결과를 설명하기에 앞서 저장장치의 신뢰성 측정방법에 대하여 설명한다. 저장장치의 신뢰성 단위는 MTTF(Mean Time To Failure)를 사용한다. 이는 고장과 다음 고장 사이의 평균 시간을 말하며 제품의 데이터 시트에 일반적으로 포함되어 있다. MTTDL(Mean Time To Data Loss)는 복수개의 저장장치를 이용하여 신뢰성을 확보하는 방법에서 등장한 단위로, 실제 데이터의 손실과 다음 데이터의 손실 사이의 평균 시간을 말한다.

[0075] 모든 하드 디스크와 플래시 메모리는 하드웨어 제원에 MTTF를 포함하고 있으며 본 발명에 따른 RSPM 방법에서는 플래시 메모리와 하드 디스크를 동시에 사용하므로 하기 수학식 3과 같이 MTTDL을 계산할 수 있다.

수학식 3

[0076]

$$MTTDL_{RSPM} = \frac{MTTF_{HDD} * MTTF_{FLASH}}{MTTF_{HDD} + MTTF_{FLASH}} + \frac{1}{P_{rRSPM}}$$

[0077] P_{rRSPM}은 데이터 복구 중 데이터의 손실이 일어나는 경우로 두 가지 경우에 발생할 수 있다. 플래시 메모리가 오류를 일으킨 후 하드디스크가 오류를 일으킨 경우와 하드디스크가 오류를 일으킨 후 플래시 메모리에 오류가 발생한 경우이다. 따라서 데이터 손실 가능성은 하기 수학식 4와 같이 산출될 수 있다.

수학식 4

$$P_{rRSPM} = P_{rFLASH} * p_h + (1 - P_{rFLASH}) * p_f$$

[0078]

[0079] P_{rFLASH}는 두 개의 장치 중 플래시 메모리가 먼저 오류를 일으킬 가능성이다. P_h는 데이터 복구 중 하드 디스크가 오류를 일으킬 가능성이며 P_f는 플래시 메모리가 오류를 일으킬 가능성이다. 플래시 메모리의 오류를 복구하는데 걸리는 시간을 t_{rFLASH} 라고 정의하면 지수분포에 따른 오류율에 의해 $P_h = 1 - e^{-t_{rFLASH}/MTTF_{HDD}}$ 로 가정한다. $t_{rFLASH} << MTTF_{HDD}$ 이므로 데이터 복구 중 하드 디스크가 오류를 일으킬 가능성은 $P_h \approx \frac{t_{rFLASH}}{MTTF_{HDD}}$ 이다. 이와 비슷하게 $P_f \approx \frac{t_{rHDD}}{MTTF_{FLASH}}$ 이다. 이를 수학식 4에 적용하면 하기의 수학식 5와 같다.

수학식 5

$$\begin{aligned} \Pr_{RSPM} &= \frac{MTTF_{HDD}}{MTTF_{HDD} + MTTF_{FLASH}} \frac{t_{rFLASH}}{MTTF_{HDD}} \\ &\quad + \frac{MTTF_{FLASH}}{MTTF_{HDD} + MTTF_{FLASH}} \frac{t_{rHDD}}{MTTF_{FLASH}} \\ &= \frac{t_{rFLASH} + t_{rHDD}}{MTTF_{HDD} + MTTF_{FLASH}} \end{aligned}$$

[0080]

[0081] 수학식 5를 수학식 3에 적용하면 하기 수학식 6과 같은 결론이 나온다.

수학식 6

$$\therefore MTTDL_{RSPM} = \frac{MTTF_{HDD} * MTTF_{FLASH}}{t_{rHDD} + t_{rFLASH}}$$

[0082]

[0083] 하기 표 3은 수학식 6을 적용하여 기존의 단일 디스크와 RSPM 방법을 적용하였을 경우의 MTTDL을 비교 계산한 결과이다. 여기서 $MTTF_{HDD}$는 300000 시간, $MTTF_{FLASH}$= 50000 시간이라고 가정하였다.

[0084] 표 3에 나타난 바와 같이 단일 디스크를 사용하는 경우보다 본 발명에 따른 RSPM 블록 디바이스를 사용한 경우 MTTDL이 현저히 높아 오류 발생율이 현저히 감소 되었음을 알 수 있다.

표 3

[0085]

	MTTDL(년)
단일 디스크	5.7
RSPM	5265097

[0086] 다음은 본 발명에 따른 RSPM 파일 시스템(310)과 기존의 파일 시스템의 성능을 비교하여 설명한다.

[0087] RSPM 방법은 실험을 위해 리눅스 커널 2.6.24의 원시 코드를 일부 수정하였으며, EXT3 파일 시스템을 변형하여 RSPM 파일 시스템을 구축하였다. 또한 IP카메라에서 전송되는 카메라 데이터를 수신하는 비디오 서버 시뮬레이터를 작성하여 실험을 수행하였다.

[0088] 본 발명에 따른 RSPM 방법에 따르면 부호어를 저장하는 패리티 디스크로 하나의 플래시 메모리를 활용한다. 하지만 RSPM 방법에 적용된 Liberation 코드는 원래 2개의 패리티 디스크를 상정하여 작성되었으며 이로 인하여 시스템 전체에 불필요한 과부하를 일으킬 수 있다.

[0089] 하기 표 4는 부호어 P만 생성하는 패리티 코드와 부호어 P, Q를 모두 생성하는 Liberation 코드의 XOR 연산 회수를 비교한 것이다. 단일 패리티 코드의 XOR 연산 회수를 1로 볼 때, Liberation 코드는 부호어 P, Q를 모두 생산하기 때문에 단일 패리티 코드의 2.2배 정도의 연산이 더 필요하다. 또한 약 2.54배의 연산이 디코딩 시 필요하게 된다.

표 4

[0090]

	인코딩	디코딩
패러티 코드	1.0	1.0
Liberation 코드	2.225	2.54

[0091] Liberation 코드와 패리티 코드가 네트워크 기반 비디오 레코더의 성능에 미치는 영향을 측정하기 위해 다음과 같이 실험을 수행하였다. 4대의 IP 카메라에서 초당 24프레임으로 60분간 촬영하고 이를 네트워크로 전송받아 비디오 서버 시뮬레이터를 이용하여 저장하였다. 60분간 촬영 중 Liberation 코드는 약 187.013초의 인코딩 연산을 수행하였으며, 패리티 코드는 약 89.054 초의 인코딩 연산을 수행하였다.

[0092] 도 12는 60분의 촬영 시간을 100%로 가정할 때 인코딩 시간의 비율을 도시한 도면이다. 도 12에서 도시된 바와 같이 Liberation 코드 적용 시 5.195%, 패리티 코드 적용 시 약 2.474%의 추가적인 과부하가 발생하였다. Liberation 코드는 고유의 코드 Q와 함께 패리티 코드 P도 함께 생성하므로 패리티 코드에 비하여 약 2배의 과부하가 발생하였다.

[0093] 하지만 인코딩 연산 시 시스템에 걸리는 부하는 전체 시스템의 연산에서 걸리는 부하에서 낮은 비율을 차지하고

있는 반면, Liberation 코드 적용 시보다 높은 데이터 복구 상 신뢰성을 확보할 수 있다.

[0094] 또한 부호어 생성에 따른 추가적인 과부하는 발생되지 않았으며 비디오 서버 시뮬레이터의 처리능력만으로도 충분히 분산 처리 가능한 정도였다. 따라서 Liberation 코드와 패리티 코드를 네트워크 기반 비디오 레코더에 적용시켜도 네트워크 기반 비디오 레코더에 주는 부하의 양은 극히 미미함을 알 수 있다.

[0095] 다음은 본 발명에 따른 RSPM 파일 시스템(310)에 채널 코딩 및 미러링 방법을 적용한 경우 데이터의 신뢰성에 어떠한 영향을 주는지를 평가해 본다.

[0096] 본 발명에 따른 RSPM 파일 시스템은 시스템 내의 데이터를 시스템 데이터과 미디어 데이터, 두 가지로 분류하여 미디어 데이터에 패리티 코드 및 Liberation 코드를, 시스템 데이터에 동적 미러링 방법을 각각 적용하였다. k개의 데이터 블록이 주어질 때, Liberation 코드를 적용한 RSPM 방법은 2개의 손실된 블록을 복구할 수 있으며, 패리티 코드를 적용한 RSPM 방법은 1개의 손실된 블록만 복구할 수 있다. 따라서 패리티 코드가 Liberation 코드보다 연속적으로 일어나는 오류에 좀더 취약하다.

[0097] 도 13은 일종의 스트레스 테스트로 전체 하드디스크 중 생성된 오류의 비율과 이에 따른 패리티 코드와 Liberation 코드의 복원율을 도시한 도면이다. Liberation 코드가 패리티 코드에 비하여 평균 약 15.177%정도의 높은 복원율을 보였다.

[0098] 도 14는 와이블 분포에 따른 데이터의 손상률을 도시한 도면이다. 와이블 분포는 수명 데이터 분석에 주로 사용되는 연속형 확률 분포이며 수명 데이터 분석에 주로 사용된다. 본 발명에 따른 RSPM 파일 시스템은 불량 섹터와 같은 데이터 손실 오류에 대응하고자 하며 이에 대한 와이블 분포의 척도 인수는 η = 9259 으로 설정하였으며, 와이블 계수는 β = 1, k=16으로 설정하였다.

[0099] 그 결과 Liberation 코드를 적용한 RSPM 방법이 일반 EXT3 파일 시스템보다 평균 약 11.29%의 낮은 손상률을 보였으며 패리티 코드를 적용한 RSPM 방법보다 5.21% 낮은 손상률을 보였다.

[0100] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시적으로 설명하였으나, 본 발명의 범위는 이 같은 특정 실시 예에만 한정되지 않으며 해당 분야에서 통상의 지식을 가진자라면 본 발명의 특허청구범위 내에 기재된 범주 내에서 적절하게 변경이 가능할 것이다.

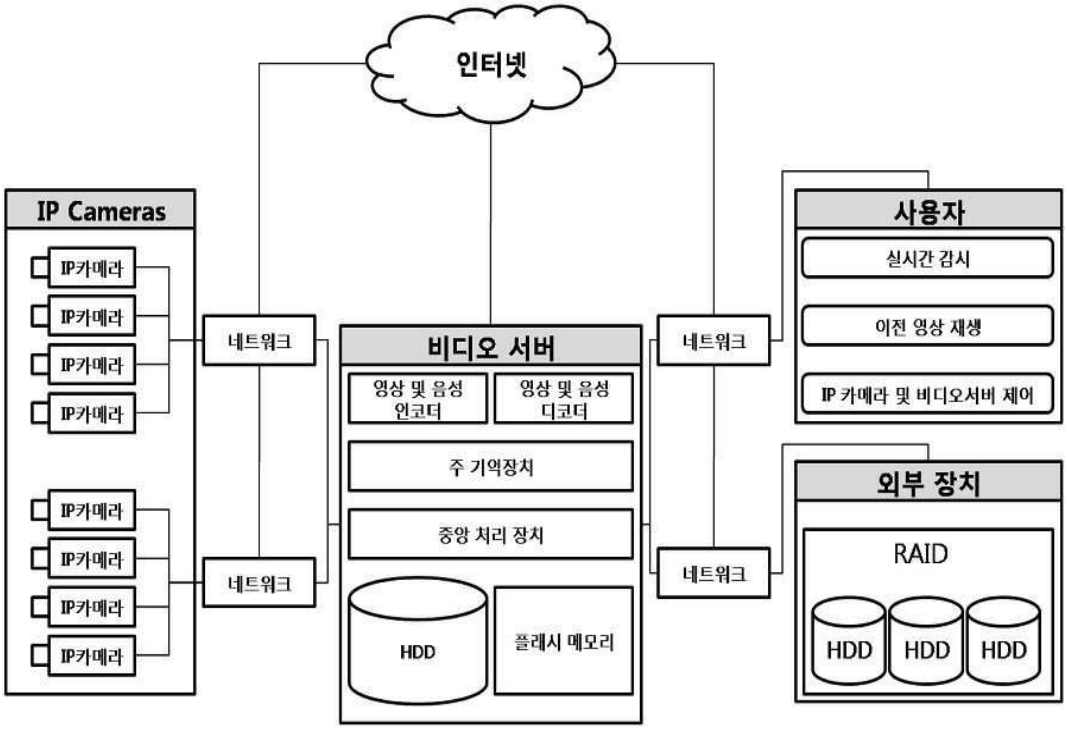
부호의 설명

[0101] 10: 네트워크 기반 비디오 레코더의 저장 장치

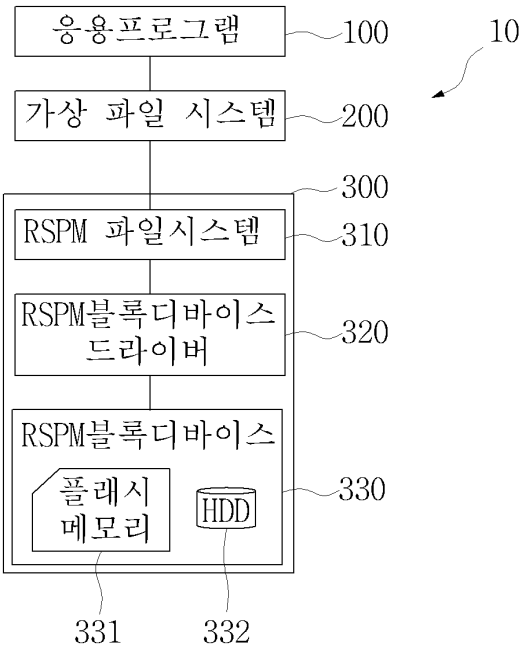
100: 응용 프로그램 계층	200: 가상 파일 시스템
300: RSPM 계층	310: RSPM 파일시스템
320: RSPM 블록 디바이스 드라이버	330: RSPM 블록 디바이스
331: 플래시 메모리	332: 하드디스크

도면

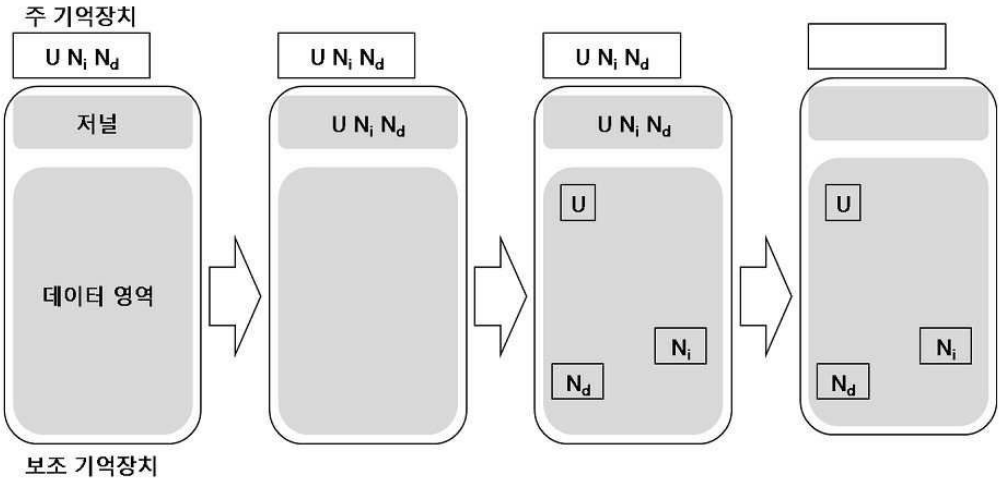
도면1


인터넷
IP Cameras
IP카메라
IP카메라
IP카메라
IP카메라
IP카메라
IP카메라
IP카메라
IP카메라
네트워크
네트워크
비디오 서버
영상 및 음성 인코더
영상 및 음성 디코더
주 기억장치
중앙 처리 장치
HDD
플래시 메모리
네트워크
네트워크
사용자
실시간 감시
이전 영상 재생
IP 카메라 및 비디오서버 제어
외부 장치
RAID
HDD
HDD
HDD

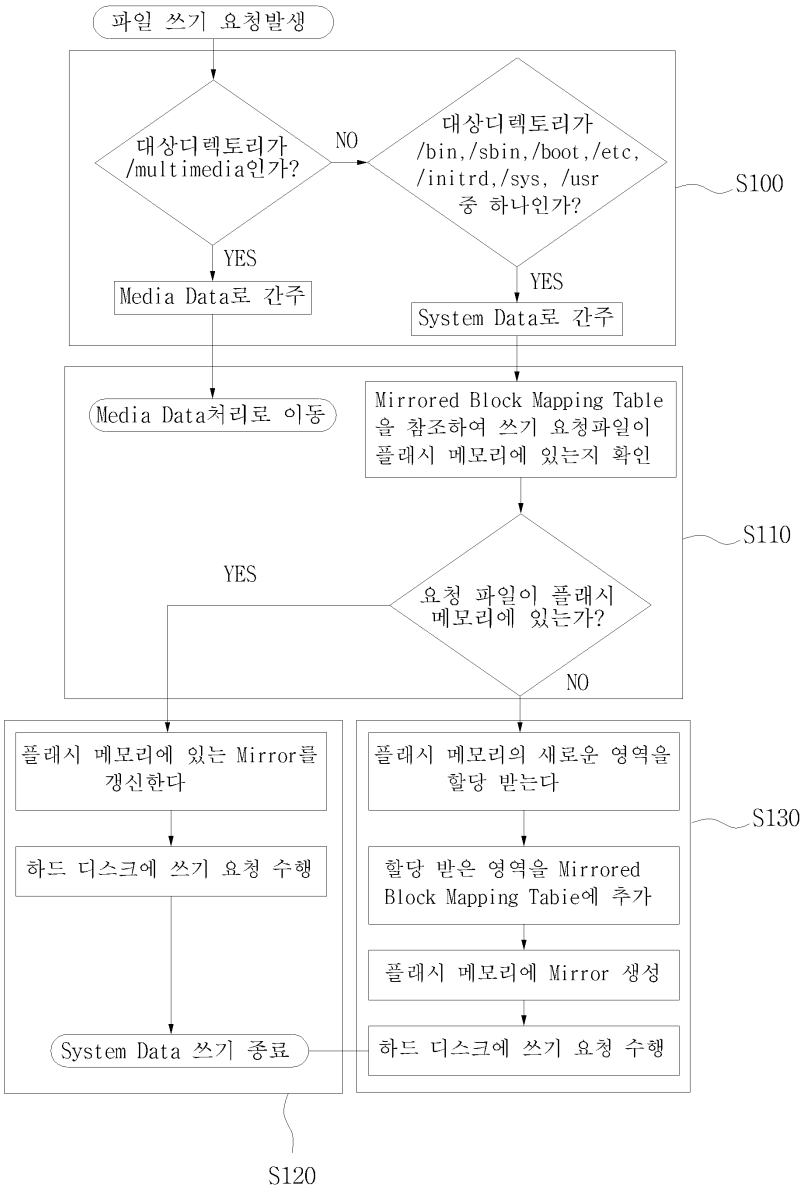
도면2


응용프로그램
100
10
가상 파일 시스템
200
300
RSPM 파일시스템
310
RSPM블록디바이스 드라이버
320
RSPM블록디바이스
플래시 메모리
HDD
330
331
332

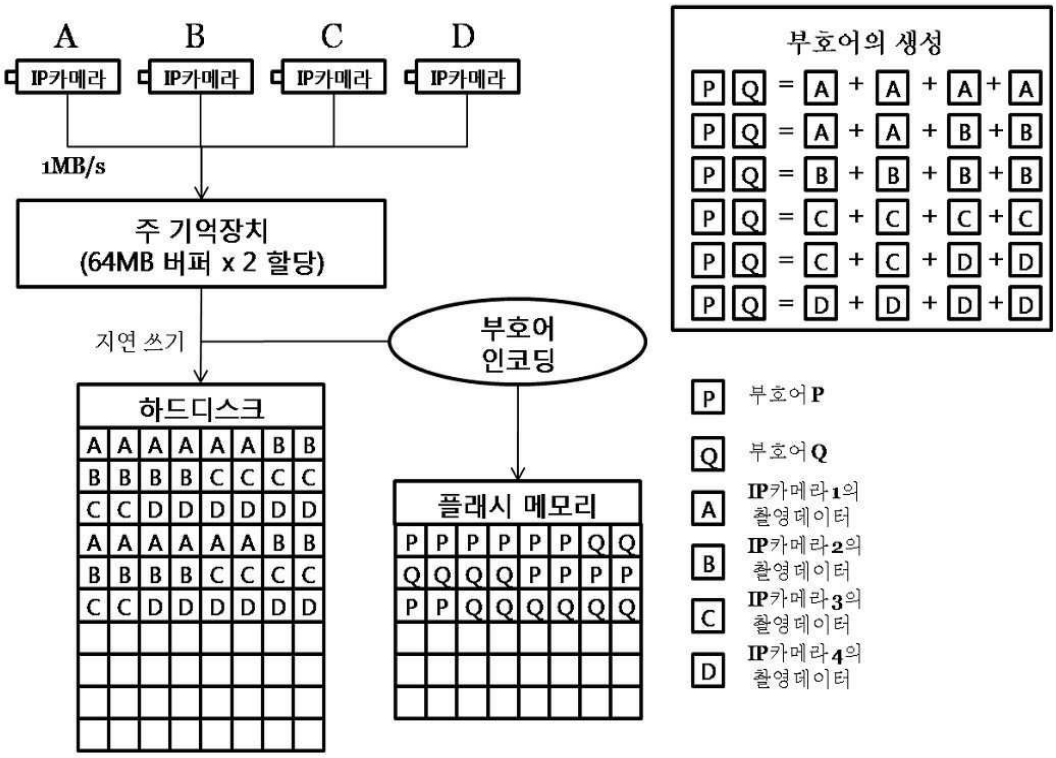
도면3


주 기억장치
U Ni Nd
저널
데이터 영역
U Ni Nd
U Ni Nd
U
Ni
Nd
U
Ni
Nd
보조 기억장치

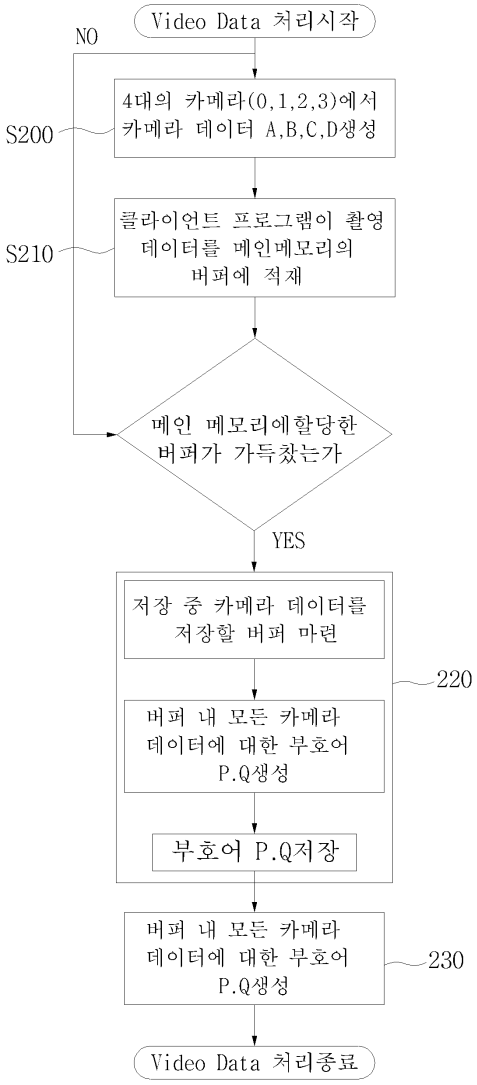
도면4


파일 쓰기 요청발생
대상디렉토리가 /multimedia인가?
NO
대상디렉토리가 /bin,/sbin,/boot,/etc, /initrd,/sys, /usr 중 하나인가?
S100
YES
Media Data로 간주
YES
System Data로 간주
Media Data처리로 이동
Mirrored Block Mapping Table을 참조하여 쓰기 요청파일이 플래시 메모리에 있는지 확인
S110
YES
요청 파일이 플래시 메모리에 있는가?
NO
플래시 메모리에 있는 Mirror를 갱신한다
하드 디스크에 쓰기 요청 수행
System Data 쓰기 종료
S120
플래시 메모리의 새로운 영역을 할당 받는다
할당 받은 영역을 Mirrored Block Mapping Tabie에 추가
플래시 메모리에 Mirror 생성
하드 디스크에 쓰기 요청 수행
S130

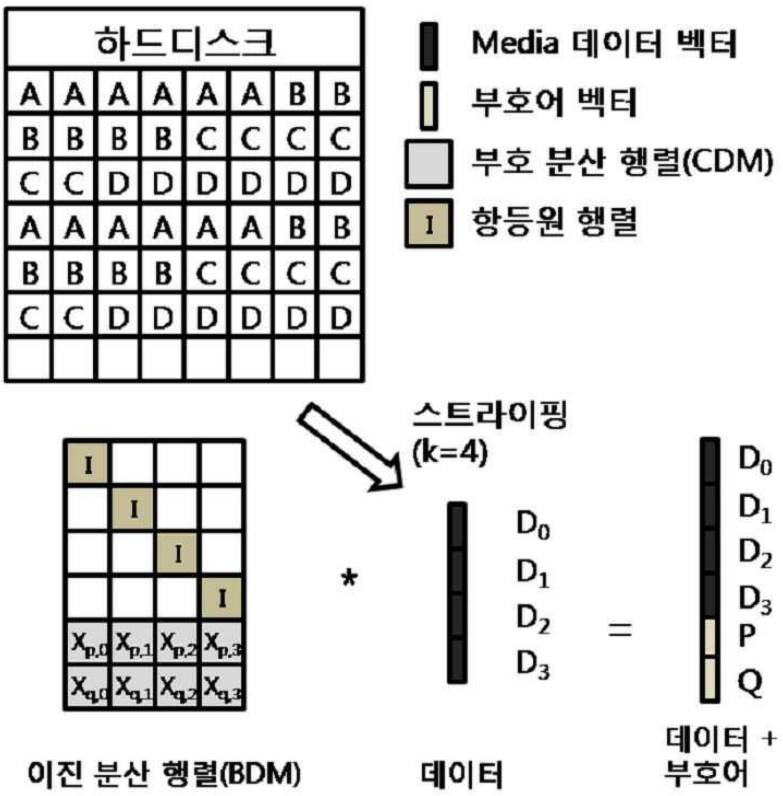
도면5


A
B
C
D
IP카메라
IP카메라
IP카메라
IP카메라
1MB/s
주 기억장치
(64MB 버퍼 x 2 할당)
지연 쓰기
부호어
인코딩
하드디스크
플래시 메모리
부호어의 생성
P Q = A + A + A + A
P Q = A + A + B + B
P Q = B + B + B + B
P Q = C + C + C + C
P Q = C + C + D + D
P Q = D + D + D + D
P 부호어 P
Q 부호어 Q
A IP카메라 1의 촬영데이터
B IP카메라 2의 촬영데이터
C IP카메라 3의 촬영데이터
D IP카메라 4의 촬영데이터

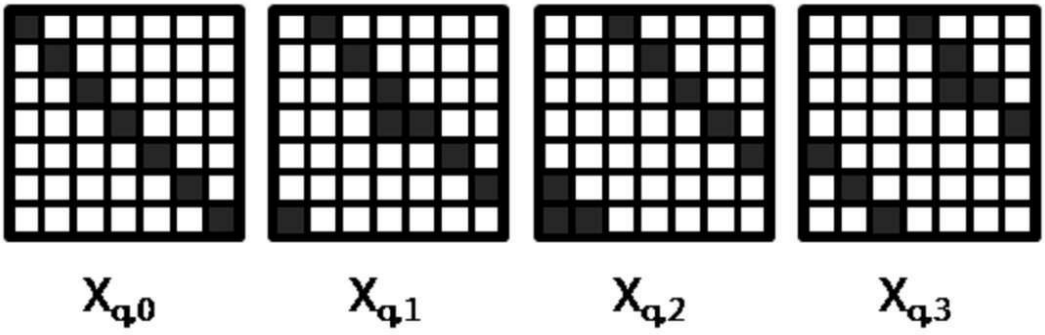
도면6


Video Data 처리시작
NO
4대의 카메라(0,1,2,3)에서
카메라 데이터 A,B,C,D생성
S200
클라이언트 프로그램이 촬영
데이터를 메인메모리의
버퍼에 적재
S210
메인 메모리에할당한
버퍼가 가득찼는가
YES
저장 중 카메라 데이터를
저장할 버퍼 마련
버퍼 내 모든 카메라
데이터에 대한 부호어
P,Q생성
부호어 P,Q저장
220
버퍼 내 모든 카메라
데이터에 대한 부호어
P,Q생성
230
Video Data 처리종료

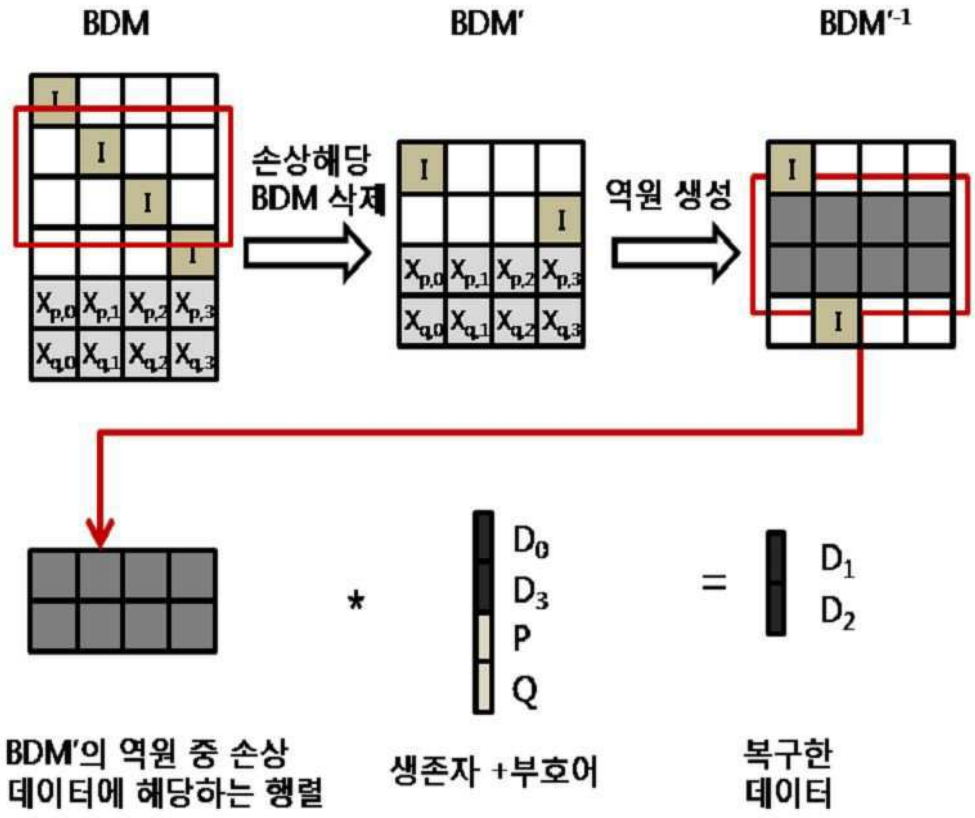
도면7


하드디스크
Media 데이터 벡터
부호어 벡터
부호 분산 행렬(CDM)
항등원 행렬
스트라이핑
(k=4)
*
=
이진 분산 행렬(BDM)
데이터
데이터 +
부호어

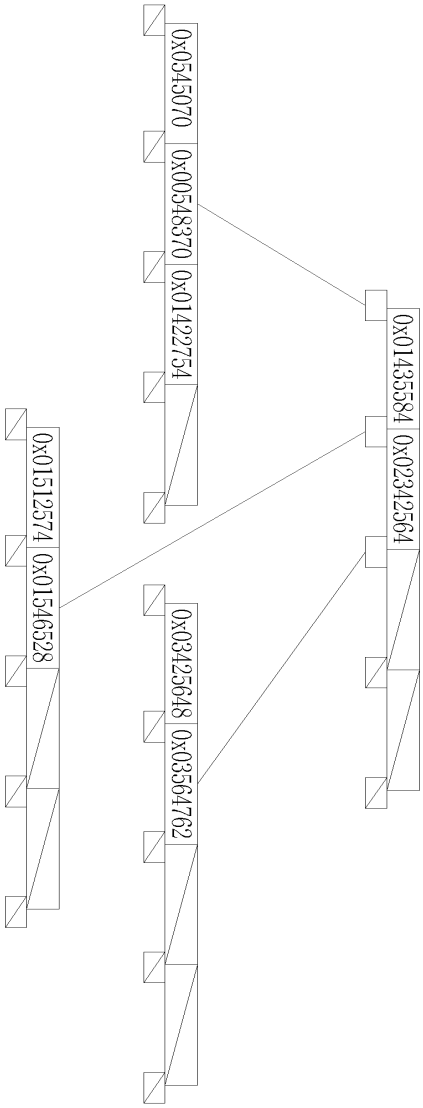
도면8


Xq0
Xq1
Xq2
Xq3

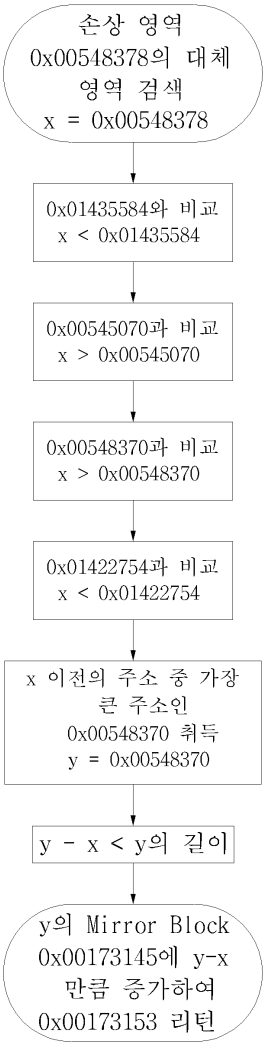
도면9


BDM
BDM'
BDM'-1
손상해당
BDM 삭제
역원 생성
I
Xp,0 Xp,1 Xp,2 Xp,3
Xq,0 Xq,1 Xq,2 Xq,3
*
D0
D3
P
Q
=
D1
D2
BDM'의 역원 중 손상
데이터에 해당하는 행렬
생존자 +부호어
복구한
데이터

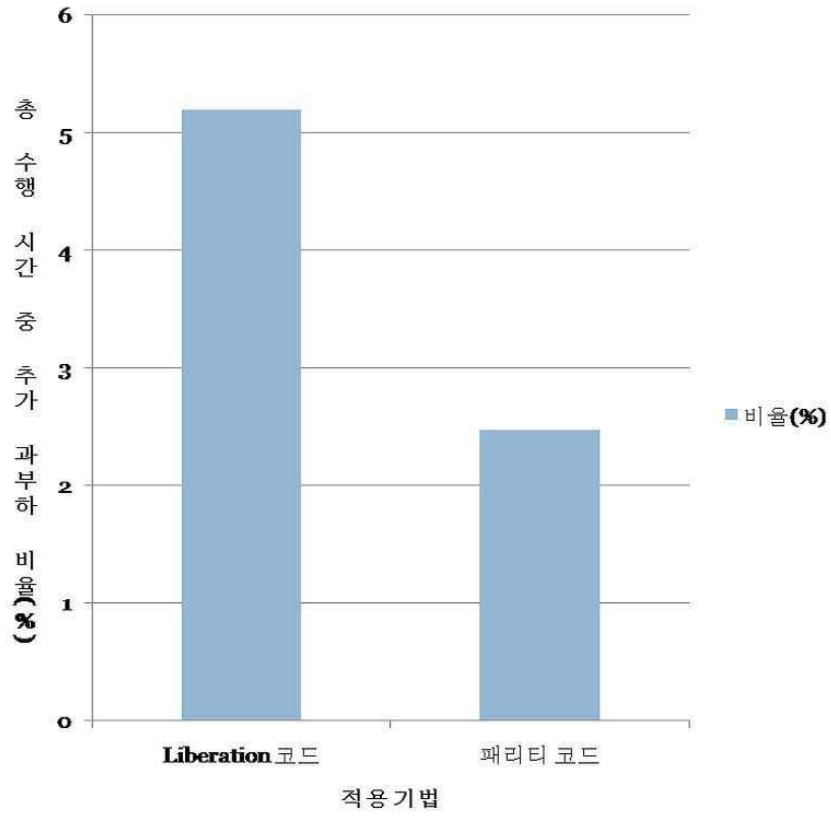
도면10


0x03430700
0x00548370
0x01422734
0x01435584
0x02342564
0x01512574
0x01546528
0x03425648
0x03564762

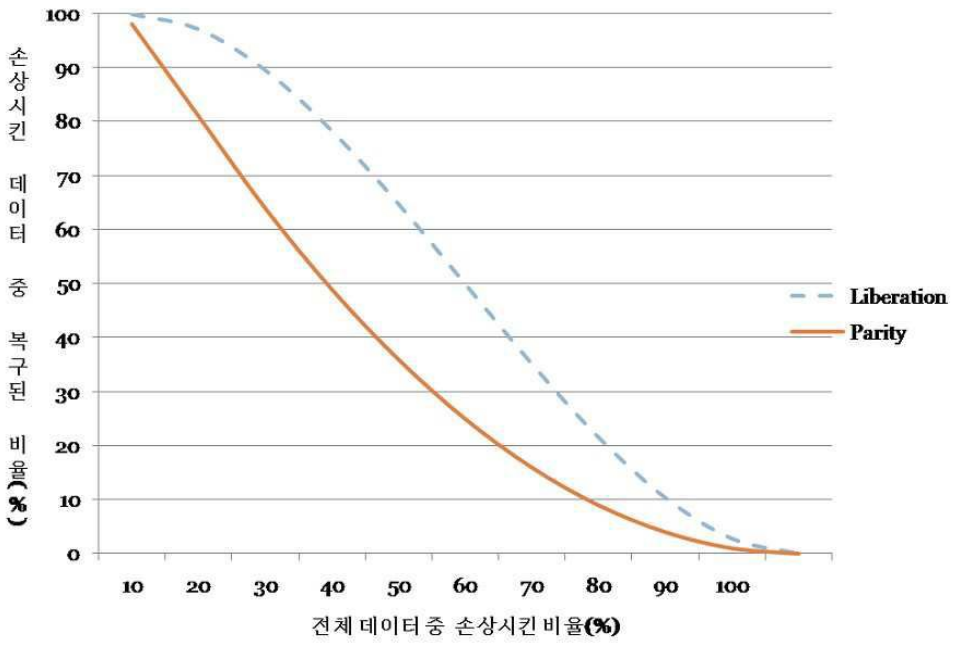
도면11


손상 영역
0x00548378의 대체
영역 검색
x = 0x00548378
0x01435584와 비교
x < 0x01435584
0x00545070과 비교
x > 0x00545070
0x00548370과 비교
x > 0x00548370
0x01422754과 비교
x < 0x01422754
x 이전의 주소 중 가장
큰 주소인
0x00548370 취득
y = 0x00548370
y - x < y의 길이
y의 Mirror Block
0x00173145에 y-x
만큼 증가하여
0x00173153 리턴

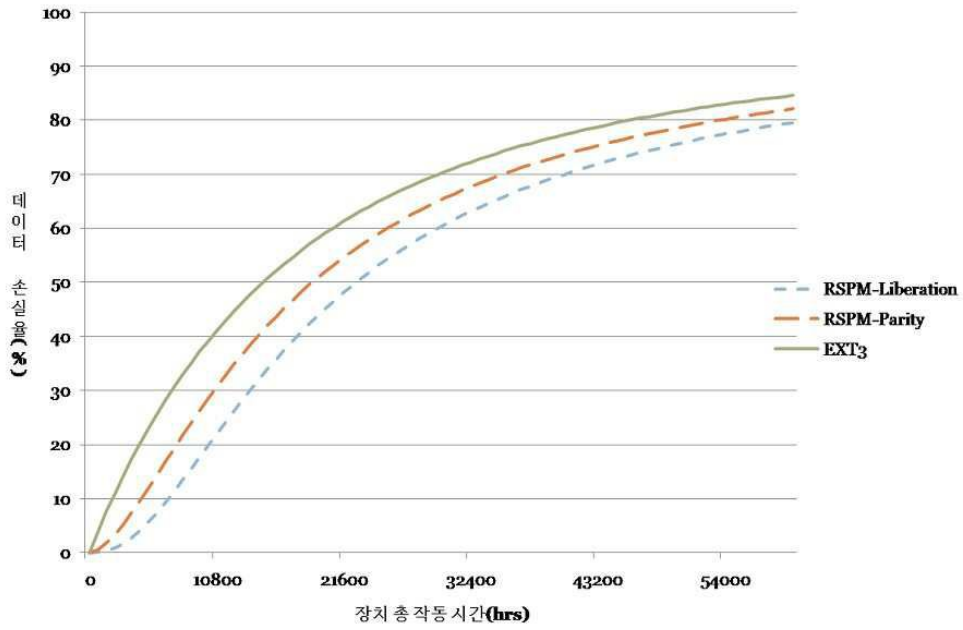
도면12


6
5
4
3
2
1
0
총 수행 시간 중 추가 과부하 비율(%)
비율(%)
Liberation 코드
패리티 코드
적용기법

도면13


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
손상시킨 데이터 중 복구된 비율(%)
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
전체 데이터중 손상시킨 비율(%)
Liberation
Parity

도면14


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
데이터 손실율(%)
0
10800
21600
32400
43200
54000
장치 총 작동 시간(hrs)
RSPM-Liberation
RSPM-Parity
EXT3