



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년11월09일

(11) 등록번호 10-1564708

(24) 등록일자 2015년10월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 3/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G06F 3/0613 (2013.01)

G06F 3/0631 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0054520

(22) 출원일자 2015년04월17일

심사청구일자 2015년04월17일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020130118876 A

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

김덕환

서울특별시 양천구 목동로230, 103동 1004호 (목동, 아이파크아파트)

메히디 피라한데

인천광역시 남구 인하로100, 하이테크센터 813호 (용현동)

류재환

인천광역시 연수구 능허대로79번길 30, 103동 202호 (옥련동, 럭키송도아파트)

(74) 대리인

특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 김상인

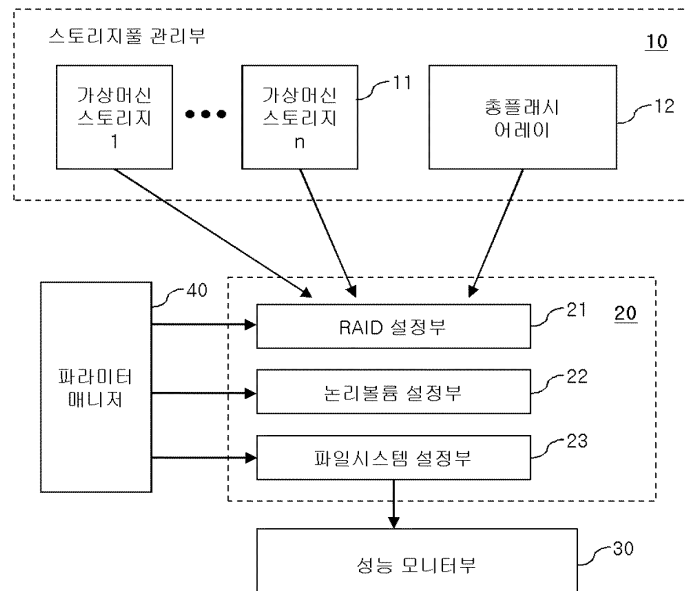
(54) 발명의 명칭 SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템

(57) 요약

본 발명은 SSD기반 클라우드 스토리지 시스템에서 I/O성능비용 강화를 위한 입출력 논리구조의 비용을 측정하는, SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템에 관한 것으로서, 스토리지를 관리하는 스토리지 풀 관리부; 상기 스토리지들의 입출력에 대한 구성인 입출력 논리구조를 설정하는 논리구조 설정부; 상기 스토리

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1a



지들의 입출력의 입출력 처리량을 측정하는 성능 모니터부; 및, 설정된 입출력 논리구성에서 입출력 처리량을 측정하여, 설정된 입출력 논리구성에 대한 비용을 추정하되, 다수의 청크 사이즈들을 적용하여 획득된 입출력 처리량을 이용하여 비용을 추정하는 파라미터 매니저를 포함하는 구성을 마련한다.

상기와 같은 시스템에 의하여, SAD 함수를 이용하여 I/O 성능을 평가함으로써, 스토리지 시스템 기반 클라우드의 선택적인 I/O성능과 이상적인 I/O성능 사이의 차이점을 줄일 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06F 3/0665 (2013.01)

G06F 3/0689 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NIPA-2014-H0502-14-3002

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 ICT/SW 창의연구과정(대학주도형개발)

연구과제명 클라우드컴퓨팅 서비스를 위한 Flash기반의 OpenStack 스토리지 어플라이 언스 개발

기 여 율 3/10

주관기관 인하대학교

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013R1A1A2006912

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구

연구과제명 클라우드 컴퓨팅 환경에서 차세대 저장장치의 고성능, 고신뢰성, 저전력을 위한 임베디드

소프트웨어 기술 개발

기 여 율 7/10

주관기관 인하대학교

연구기간 2013.06.01 ~ 2016.05.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템에 있어서,

스토리지들을 관리하는 스토리지풀 관리부;

상기 스토리지들의 입출력에 대한 구성인 입출력 논리구성을 설정하는 논리구조 설정부;

상기 스토리지들의 입출력 논리구성에 따른 입출력 처리량을 측정하는 성능 모니터부; 및,

설정된 입출력 논리구성에서 입출력 처리량을 측정하여, 설정된 입출력 논리구성에 대한 비용을 추정하되, 다수의 청크 사이즈들을 적용하여 획득된 입출력 처리량을 이용하여 비용을 추정하는 파라미터 매니저를 포함하는 것을 특징으로 하는 SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 파라미터 매니저는 설정된 입출력 논리구성이 CONFIG라고 할 때, CONFIG에 대하여 적용가능한 후보 청크 사이즈의 리스트를 정하고, 상기 리스트의 각 후보 청크 사이즈를 입출력 논리구성의 청크 사이즈로 정하여 입출력 처리량을 구하고, 구한 입출력 처리량의 최고값과의 SAD(sum of absolute difference)로 비용을 추정하는 것을 특징으로 하는 SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 파라미터 매니저는 설정된 입출력 논리구성이 CONFIG라고 할 때, 입출력 비용 성능 SAD_{CONFIG} 을 다음 [수식 1]을 이용하여 추정하는 것을 특징으로 하는 SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템.

[수식 1]

$$SAD_{CONFIG} = \sum_{i=1}^{\lambda} |Thr_{max} - Thr_i|$$

단, ch_i 는 설정된 입출력 논리구성이 CONFIG일 때 적용가능한 청크 사이즈이고, λ 는 적용가능한 청크 사이즈의 개수이고, Thr_i 는 청크 사이즈가 ch_i 일때 측정된 입출력의 처리량이고, Thr_{max} 는 입출력 처리량의 최대값임.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스토리지들의 입출력에 대한 입출력 논리구성은 상기 스토리지에 대한 RAID, 논리볼륨, 및, 파일시스템의 입출력 논리구성인 것을 특징으로 하는 SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 SSD기반 클라우드 스토리지 시스템에서 I/O성능비용 강화를 위한 새로운 아키텍처 배치와 비용추정 기술을 제안하는, SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템에 관한 것이다.
- [0002] 본 발명은 SSD기반 클라우드 스토리지에서 SAD(sum of absolute difference) 함수를 사용하는 파라미터 매니저(parameter manager)를 추가하고, 상기 파라미터 매니저가 다양한 청크 사이즈들, RAID, 및 파일시스템 유형의 관점에서 최대 처리량과 선택적 처리량 차이의 SAD 함수를 이용하여, 비용을 추정하는, SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 스토리지 가상화는 스토리지 시스템의 용량을 합치는데 중요한 역할을 한다. 게다가 빠르게 늘어가는 데이터의 사회에서 산업 주주들은 SSD(solid state disk) 제조와 연구를 강화한다[비특허문헌 1,2,3]. 에너지 효율과, 신뢰성 스토리지 시스템의 처리량 강화를 위해서, HDD, SSD, 및 클라우드 스토리지 시스템을 위한 최적의 I/O성능을 이루기위한 많은 기술들이 제안되고 있다[비특허문헌 1,2,3,4,5].
- [0004] 클라우드 스토리지 시스템 I/O성능에 영향을 미치는 파라미터들을 이해하는 것은 중요하다. 상기 파라미터들은 청크 사이즈, 버퍼 사이즈, 디스크의 수, 스레드의 수, RAID 종류, 파일시스템 타입 그리고 중복제거(deduplication) 종류 등이다. 최근에, 시공간 중복성 탐지(exploiting temporal and spatial redundancy)[비특허문헌 2], 핫/콜드 데이터 구분(hot and cold data separation), 변환 천이(shifting transformation)[비특허문헌 6], 및 결합층 구조(combined layer architecture)[비특허문헌 1]와 같은 입출력(I/O) 강화 기술들이 제안되고 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0005] (비특허문헌 0001) [비특허문헌 1] P. Shang, S.Sehrish, et al. TRAIID: Exploiting temporal redundancy and spatial redundancy to boost transaction processing system performance. IEEE Transaction on computer, VOL.61,No. 4, April 2012.
- (비특허문헌 0002) [비특허문헌 2] J. Luo, J.S. Plank, et al. Efficient encoding schedules for XOR-based erasure codes. IEEE Transaction on computer, VOL.99, No. 1, May 2013. [비특허문헌 3] H J. Lee and et al. Augmenting RAID with an SSD for energy relief. USENIX HotPower, 2008.
- (비특허문헌 0003) [비특허문헌 4] M. Pirahandeh, D-H. Kim, "Adopted erasure code for SSD based RAID-6 System," ITC-CSCC. Sapporo, Japan, pp. 81-85, July 2012.
- (비특허문헌 0004) [비특허문헌 5] M. Pirahandeh, D-H. Kim, "Energy-aware Erasure Codes using XOR Reference Matrix for SSD based RAID Systems," IEEE Conference on Big data and Smart Computing. Thailand, pp. 121-125, January 2014.
- (비특허문헌 0005) [비특허문헌 6] S. G.Blasi, E. Peixoto, et al. Enhanced Inter-prediction via shifting transformation in the H.264/AVC. IEEE Transaction on circuits and system for video technology, VOL.23,No 4, April 2013.
- (비특허문헌 0006) [비특허문헌 7] URLs: "Storage Performance Council Benchmark" Version 1.0. <http://www.storageperformance.org>.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 목적은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 파라미터 매니저(parameter manager)가 SAD 함수(function)를 사용하여 해당 서버에서의 파일시스템, 논리볼륨, RAID의 데이터 청크(Data Chunk)별 I/O 성능을 계산하고, 계산된 청크(chunk)별 I/O 성능을 기반으로 해당 스토리지 서버에 맞는 최적의 데이터(data)를 사용자에게 제공하는, SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템을 제공하는 것이다.
- [0007] 특히, 본 발명의 목적은 파라미터 매니저가 다양한 청크사이즈, RAID, 파일시스템의 관점에서 SAD 기능을 사용하여 최대값과 선택적인 처리량 사이에서 값을 이용하여 비용을 추정하여 평가하는, SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템을 제공하는 것이다.
- [0008] 또한, 본 발명은 클라우드 스토리지의 구조를 제안하되, 스토리지 풀(storage pool overview), RAID(redundant array of independent disk) 설정, 논리볼륨 설정, 파일 시스템의 구성과 논리볼륨 마운팅을 포함하는 구조를 제안한다. 본 발명은 클라우드 스토리지 시스템 기반 SSD의 비용 성능 측정을 위한 접근에 이점을 가질 수 있다. 이러한 접근에서 파라미터 매니저의 기능은 다양한 RAID와 파일시스템 타입을 만들기 위한 다양한 청크 사이즈의 선택적인 처리량과 최대량 사이에 SAD 함수(function)를 사용하여 비용 값을 평가한다.
- [0009] 본 발명은 파라미터 매니저(parameter manager)를 통해 다양한 파일 시스템(btrfs, ext3, ext4), 논리적 볼륨(lvm), RAID(raid 0,5,6)에서의 데이터 청크(Data Chunk) 별 I/O성능을 계산한다. SAD를 사용하여 데이터 청크(Data Chunk) 별 I/O 성능 측정 값을 비교하고 해당 서버에서의 최적의 파일 시스템, 논리 볼륨, RAID 유형(type)을 찾음으로써, 스토리지 서버에 맞는 입출력 구조의 설정(파라미터 설정)을 찾아낸다. 사용자가 입력한 데이터를 서버에 맞는 데이터 청크 크기(Data chunk size)로 변경하여 분배할 수 있도록 한다.

[0010]

파제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은 SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템에 관한 것으로서, 스토리지를 관리하는 스토리지풀 관리부; 상기 스토리지들의 입출력에 대한 구성인 입출력 논리구성을 설정하는 논리구조 설정부; 상기 스토리지들의 입출력의 입출력 처리량을 측정하는 성능 모니터부; 및, 설정된 입출력 논리구성에서 입출력 처리량을 측정하여, 설정된 입출력 논리구성에 대한 비용을 추정하되, 다수의 청크 사이즈들을 적용하여 획득된 입출력 처리량을 이용하여 비용을 추정하는 파라미터 매니저를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 본 발명은 SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템에 있어서, 상기 파라미터 매니저는 설정된 입출력 논리구성이 CONFIG라고 할 때, CONFIG에 대하여 적용가능한 후보 청크 사이즈의 리스트를 정하고, 상기 리스트의 각 후보 청크 사이즈를 입출력 논리구성의 청크 사이즈로 정하여 입출력 처리량을 구하고, 구한 입출력 처리량의 최고값과의 차이를 합하여 비용을 추정하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 본 발명은 SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템에 있어서, 상기 파라미터 매니저는 설정된 입출력 논리구성이 CONFIG라고 할 때, 입출력 비용 성능 SAD_{CONFIG} 을 다음 [수식 1]을 이용하여 추정하는 것을 특징으로 한다.

[0014] [수식 1]

$$SAD_{CONFIG} = \sum_{i=1}^{\lambda} |Thr_{max} - Thr_i|$$

[0015]

[0016] 단, ch_i 는 설정된 입출력 논리구성이 CONFIG일 때 적용가능한 청크 사이즈이고, λ 는 적용가능한 청크 사이즈의 개수이고, Thr_i 는 청크 사이즈가 ch_i 일때에 측정된 입출력의 처리량이고, Thr_{max} 는 입출력 처리량의 최대값임.

[0017] 또한, 본 발명은 SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템에 있어서, 상기 스토리지들의 입출력에 대한 입출력 논리구성은 상기 스토리지에 대한 RAID, 논리볼륨, 및, 파일시스템의 입출력 논리구성인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0018] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 SSD 기반 클라우드 RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 시스템에 의하면, SAD 함수를 이용하여 I/O 성능을 평가함으로써, 스토리지 시스템 기반 클라우드의 선택적인 I/O 성능과 이상적인 I/O 성능 사이의 차이점을 줄이는 효과가 얻어진다.
- [0019] 실험을 통해 본 발명의 파라미터 매니저(Parameter manager)를 적용한 스토리지의 읽기 성능의 경우 RAID-5와 ext3 파일 시스템을 사용했을 때 가장 좋은 2.75GB/Sec의 처리량을 보이며, 쓰기 성능의 경우 RAID-6와 ext4 파일 시스템을 사용했을 때 가장 좋은 성능을 보이며, 1.25GB/Sec의 처리량을 보여준다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 SSD 기반 클라우드 스토리지 시스템(SCSS)의 구조를 나타낸 구성도로서, VM은 가상 머신을, FS는 파일 시스템을, lv는 논리 볼륨을, vg는 볼륨 그룹을 나타낸 구성도.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 비용 추정 알고리즘의 의사 코드.
- 도 3은 본 발명의 실험에 따른 총 플래시 어레이의 설정 스펙을 나타낸 표.
- 도 4는 도 3의 표에서 선택된 설정에 적용한 최고 읽기 처리량을 나타낸 그래프.
- 도 5는 도 3의 표에서 선택된 설정에 적용한 최고 쓰기 처리량을 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 도면에 따라서 설명한다.
- [0022] 또한, 본 발명을 설명하는데 있어서 동일 부분은 동일 부호를 붙이고, 그 반복 설명은 생략한다.
- [0023] 먼저, 본 발명에 따른 SSD 기반 클라우드(SCSS, SSD based cloud storage system) RAID 구성을 위한 입출력 성능 추정 방법을 실시하기 위한 전체 시스템의 구성을 도 1을 참조하여 설명한다. 클라우드 스토리지 시스템 기반 SSD를 위한 I/O 성능의 이슈에 초점을 맞추어 설명한다. 도 1은 본 발명에 따른 스토리지 시스템의 구성을 보여준다.
- [0024] 도 1a 또는 도 1b에서 보는 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 스토리지 시스템은 스토리지를 관리하는 스토리지풀 관리부(10); RAID, 논리볼륨, 파일시스템 등 논리적 스토리지 구조(또는 입출력 논리구성)를 설정하는 논리구조 설정부(20); 입출력 성능을 모니터링하는 성능 모니터부(30); 및, 각 스토리지 입출력 논리구성에 따른 입출력 성능을 측정하고 비교하여 데이터 논리적 스토리지 구조를 결정하는 파라미터들을 최적화시키는 파라미터 매니저(40)로 구성된다.
- [0025] 스토리지풀 관리부(10)는 SCSI(Small Computer System Interface) 명령어를 사용하여 가상화된 스토리지를 관리하는 책임을 가진다. 스토리지 풀에서, 총 플래시 어레이(all flash array) 스토리지(12) 및, 다양한 가상머신의 스토리지(11)에 연결하여 스토리지를 가상화한다. 이때, 가상화된 IP를 사용할 수 있다. 즉, 스토리지 풀(storage pool)에서는 다양한 가상머신과 총 플래시 어레이(all flash array)를 가상화된 IP기반으로 스토리지에 연결한다.
- [0026] 총 플래시 어레이(All Flash Array)는 플래시 메모리를 사용하는 SSD (Solid-State Drive)만으로 구성된 스토리지이다. SSD는 자기 디스크를 사용하는 하드디스크와는 달리 반도체를 이용하여 정보를 저장한다. 이는 순수 전자식으로 동작하기 때문에 기계적으로 헤드를 이동시켜 데이터를 읽어야 하는 하드디스크에 비해 탐색 시간이 매우 빠르다. 입/출력 속도 또한 순차 읽기/쓰기의 경우는 하드디스크의 몇 배, 랜덤 읽기/쓰기의 경우는 수십 배 이상 빠르다는 장점이 있다. 따라서 이러한 SSD들만으로 구성된 총 플래시 어레이(All Flash Array)는 입/출력 속도가 매우 빠르기 때문에 많은 입/출력 연산을 요구하는 데이터 센터나 빅데이터의 처리를 위해 사용될 수 있다.
- [0027] 논리구조 설정부(20)는 RAID, 논리 볼륨, 및, 파일시스템의 구조(입출력 논리구성)를 설정하는 등 해당 논리적 구조의 스토리지를 관리한다. 논리구조 설정부(20)는 RAID를 설정하고 관리하는 RAID 설정부(21), 논리볼륨을

설정하고 관리하는 논리볼륨 설정부(22), 파일시스템을 설정하고 관리하는 파일시스템 설정부(23)로 구성된다. 이하에서 설명의 편의를 위하여, RAID, 논리 볼륨, 및, 파일시스템을 타겟으로도 기재하여 혼용한다.

[0028] 성능 모니터부(30)는 아이오존(Iozone) 또는 FIO(Funnel I/O) 시뮬레이터 등을 사용하여 마운트 논리 볼륨의 입출력(I/O) 성능을 모니터한다.

[0029] 파라미터 매니저(40)는 RAID, 논리볼륨, 파일시스템에서의 입출력 논리구성에 대한 파라미터를 설정하고, 성능 모니터부(30)에 의해 입출력 성능을 모니터하여, 설정된 파라미터에 의한 입출력 성능(비용)을 평가하고, 이를 통해 최적의 파라미터를 설정한다.

[0030] 종래 클라우드 스토리지 관리는 청크 크기와 같은 파라미터 값들의 연속 무작위 시험을 의미한다. 이에 반해, 본 발명에 따른 파라미터 매니저(40)는 파라미터의 값을 평가하여 최적의 파라미터를 설정한다.

[0031] 후보들의 순서(sequence)와 개수는 호스트 시스템의 구조와 스토리지 유형(스토리지 타입)에 의존한다. 최고의 후보는 비용 측면에서, 즉, SAD(sum of absolute difference) 기능에 의해 선택된다.

[0032] 구체적으로, 타겟 유형 설정은 RAID, 논리 볼륨(LV), 및, 파일 시스템(FS)으로 구성된다. 타겟 유형 설정(RAID, 논리 볼륨, 및, 파일 시스템) CONFIG 가 주어지면, 성능 모니터부(30)의 시뮬레이터는 I/O 성능 Thr_0 를 출력하고, 이때, 비용 $cost(Thr_0, CONFIG)$ 는 다음 수학적 식 1과 같은 고려 대상의 후보들 Thr 중에서 최소값이다.

[0033] [수학적 식 1]

[0034] $ICE = \Theta(Thr, ch_1, ch_2, \dots, ch_\lambda)$

[0035] 여기서, Thr 은 각 설정인 CONFIG 일때의 읽기 또는 쓰기의 처리량, 즉, 입출력 성능 처리량이고, ch_i 는 청크 사이즈 옵션이다. 앞서 ch_0 는 일종의 초기값 청크 사이즈 옵션이고, $ch_1, ch_2, \dots, ch_\lambda$ 는 각각 적용가능한 청크 사이즈 옵션이다. 일례로서, ch_0 는 4KB이고, ch_λ 는 1024KB 로 정하는 것이 바람직하다. 또한, $(ch_1, ch_2, \dots, ch_\lambda)$ 는 각 타겟 유형 설정 CONFIG에 대하여 받아들일 수 있는(적용가능한) 청크 사이즈 전체의 리스트를 말한다. Θ 는 후보 처리량(Thr)에 대한 변환 처리(함수)로서, 모든 청크 사이즈 옵션들 ($ch_1, ch_2, \dots, ch_\lambda$)에 대한 입출력 성능을 추정하는 연산 처리를 말한다.

[0036] 또한, 청크 사이즈 $(ch_1, ch_2, \dots, ch_\lambda)_1$ 의 $p(=\lambda+1)$ 개수의 입력 파라미터들의 어레이를 가정하고, 이때 후보 Thr_1 에 대하여 수학적 식 1을 이용하여 계산된, I/O 성능 비용 추정값(ICE)이고, 이 추정값이 다음 수학적 식 2와 같다고 가정한다.

[0037] [수학적 식 2]

[0038] $cost(ICE_1, CONFIG) \leq cost(Thr_0, CONFIG)$

[0039] 설정 계층은 어레이 $(ch_1, ch_2, \dots, ch_\lambda)_1$ 이 제공되면, 더 적은 비용을 얻기 위해, Thr_0 대신 ICE_1 을 사용할 수 있다. 비용이라는 것은 파라미터 매니저에 의해서 설정된 값이 최고의 효율을 내며 그것을 측정하여 계산한다.

[0040] ICE는 청크 사이즈들로 이루어져 있고 결국 ICE는 성능 가격비용이다.

[0041] 파라미터 매니저(40)는 파일 시스템, 논리 볼륨, 및 RAID의 입출력 성능 비용 값을 계산하기 위하여, SAD 함수를 이용한다. 현재 처리량과 최대 가능한 처리량 간의 차이 처리량(Thr)을 알고, 그것을 벡터 D로서 정의한다. 즉, D는 다음 수학적 식 3과 같다.

[0042] [수학적 식 3]

[0043] $d(i) = Thr_{max} - Thr_i, i = 0, 1, \dots, \lambda$

[0044] 단, p는 청크 사이즈로서 선택된 값을 말한다.

[0045] 다음으로, 최대 가능한 처리량과 현재 처리량 사이의 입출력 성능 비용의 SAD를 다음과 같이 정의한다.

- [0046] [수학식 4]
- [0047] $SAD_{CONFIG} = (ICE, CONFIG) = \text{cost}(Thr_0, CONFIG)$
- [0048] 따라서 SAD를 다음 수학식 5, 6으로 측정할 수 있다.
- [0049] [수학식 5]
- $$SAD_{CONFIG} = \sum_{i=1}^{\lambda} |d(i)| = \sum_{i=1}^{\lambda} |Thr_{\max} - Thr_i|$$
- [0050]
- [0051] [수학식 6]
- $$Thr_i = simulator(ch_i)$$
- [0052]
- [0053] 여기서, simulator는 청크 사이즈가 ch_i 로 설정되었을 경우에 성능 모니터부(30)에서 모니터링한 처리량이다.
- [0054] 교환 법칙에 의하여 재배열은 SAD 값에 영향을 주지 않는다. 목적 CONFIG 내의 최소 SAD 값을 가질 수 있는 선택적인 청크의 개수를 $N_{\max}$ 라 기재하기로 한다. 이들 선택적인 청크들은 최대 처리량으로 $Thr_{\max} = Thr_i$ 를 의미한다. 도 2는 비용 추정 알고리즘의 의사코드를 도시하고 있다.
- [0055] 기존의 클라우드 스토리지 관리는 청크 사이즈와 같은 파라미터값을 무작위로 사용한다. 그러나 본 발명에서는 파라미터 매니저(Parameter manager)를 통해 다양한 파일 시스템(btrfs, ext3, ext4), 논리적 볼륨(lvm), RAID(raid 0,5,6)에서의 데이터 청크(Data Chunk) 별 I/O 성능을 계산한다. SAD를 사용하여 데이터 청크(Data Chunk) 별 I/O 성능 측정 값을 비교한다. 그리고 해당 서버에서의 최적의 파일 시스템, 논리 볼륨, RAID 유형과 데이터의 청크 사이즈를 찾음으로써 스토리지 서버에 맞는 데이터(Data)의 청크 사이즈를 찾아냄으로써 사용자가 입력한 데이터를 서버에 맞는 데이터 청크 사이즈로 변경하여 분배할 수 있도록 한다.
- [0056] 도 3의 표에서 보이는 것처럼 CONFIG로서 레이드, 파일시스템의 순서를 정해놓고 SAD기능으로 연산을 하여 최고 성능을 내는 파라미터를 찾아낸다.
- [0057] SAD는 하나의 CONFIG에서 어떤 청크사이즈가 가장 적합한지를 구하는 식이다 각 CONFIG에서 모든 청크사이즈를 구하고, 그 중 어떤 청크사이즈가 가장 적합한지를 ICE로 구한다.
- [0058] 다음으로, 실험을 통한 본 발명의 효과를 구체적으로 설명한다.
- [0059] 다양한 RAID 구조와, 파일시스템을 가지는 스토리지에 파라미터 매니저(Parameter manager)를 적용하여 실험을 진행한다.
- [0060] 레이드 설정은 4 KB ~ 2 MB의 청크사이즈 범위에서 평가한다. 이것은 다양한 미래 스토리지 사용(utilization)을 위한 결함을 보여준다.
- [0061] CentOS 6.2 리눅스 커널을 사용하여 총 플래시 어레이(all flash array) 4베이에서 읽기 쓰기 성능을 수행했다. 도 3의 표는 워크로드를 사용하여 실험 셋업 스토리지 시스템의 총 플래시 어레이(all flash array)를 위한 하드웨어 특징을 보여준다.
- [0062] 도 4와 도 5는 다양한 설정을 위한 제안된 알고리즘을 사용하여 읽기 쓰기 의 최고값을 보여준다.
- [0063] 파라미터 매니저(Parameter manager)를 적용한 스토리지의 읽기 성능의 경우 RAID-5와 ext3 파일 시스템을 사용했을 때 가장 좋은 2.75GB/Sec 의 처리량을 보이며, 쓰기 성능의 경우 RAID-6와 ext4 파일 시스템을 사용했을 때 가장 좋은 성능을 보이며, 1.25GB/Sec의 처리량을 보여준다.
- [0064] 이상, 본 발명자에 의해서 이루어진 발명을 실시 예에 따라 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 실시 예에 한

정되는 것은 아니고, 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지로 변경 가능한 것은 물론이다.

[0065]

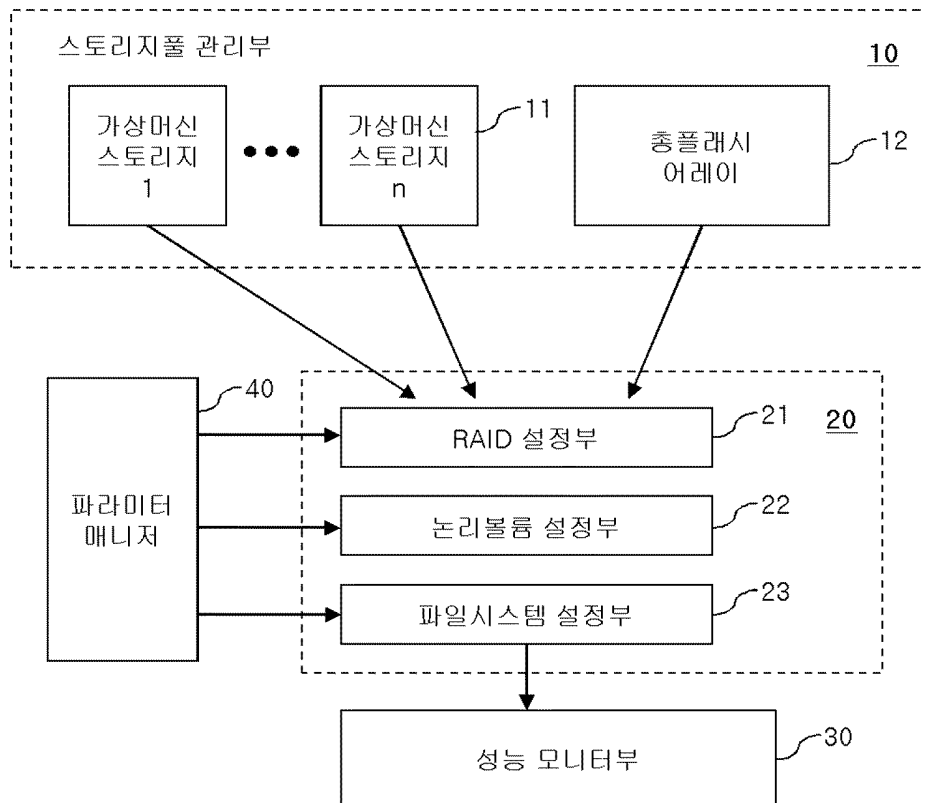
부호의 설명

[0066]

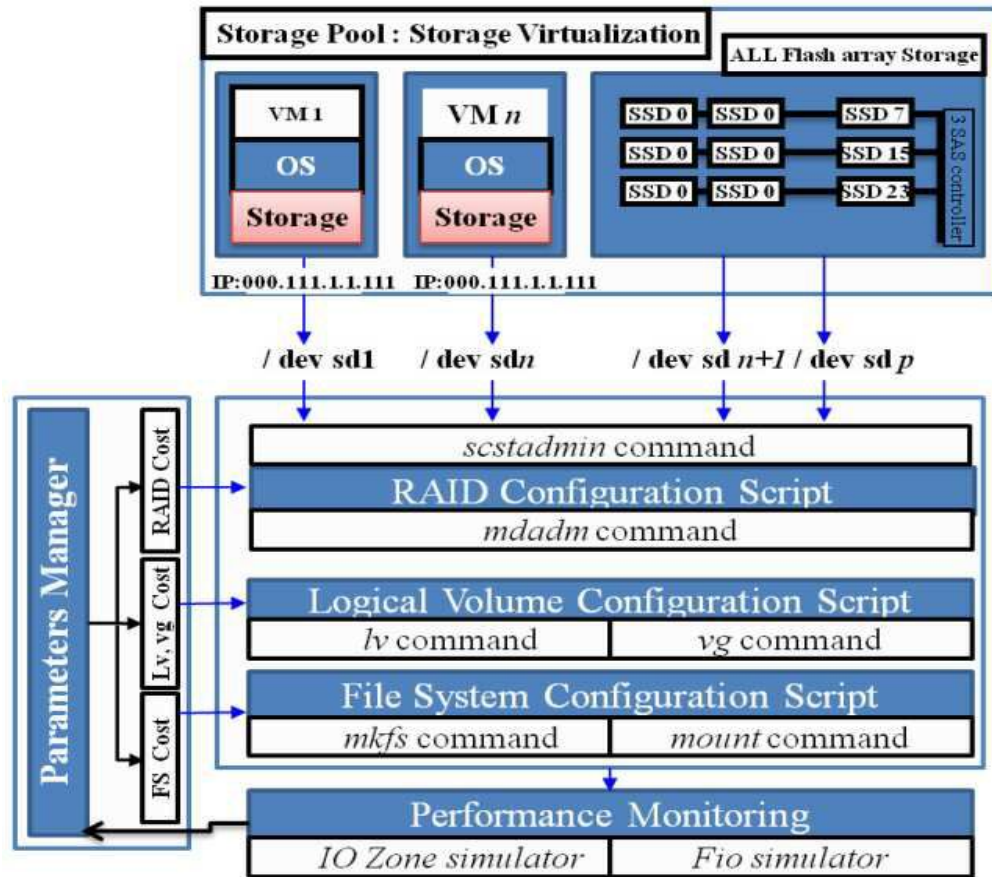
- | | |
|----------------|----------------|
| 10 : 스토리지풀 관리부 | 11 : 가상머신 스토리지 |
| 12 : 총플래시 어레이 | 20 : 논리구조 설정부 |
| 21 : RAID 설정부 | 22 : 논리볼륨 설정부 |
| 23 : 파일시스템 설정부 | 30 : 성능 모니터부 |
| 40 : 파라미터 매니저 | |

도면

도면1a



도면1b



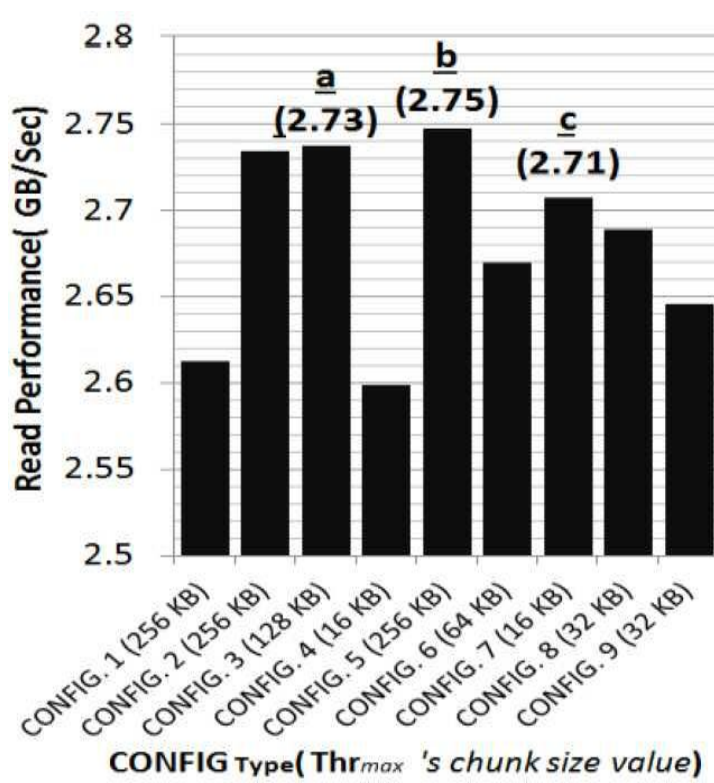
도면2

1. **Set** the *Chunk _size* list ($ch_1, ch_2, \dots, ch_i$)
2. **Set** the *RAID _type* level 5 and 6
3. **Set** the *FS _type* from ext3, ext4 and btrfs
4. **Set** the selective number of **CONFIG**
5. **Procedure** *CostEstimation()*
6. **For** each *CONFIG*
7. **For** $i=0; i \leq \lambda; i++$ **do**
8. Measure Thr_i using *Eq.(2)*;
9. **End for**
10. **Calculate** SAD_{CONFIG} using *Eq.(1)*;
11. **end for**
12. **return** Thr_{max} and N_{max} ;

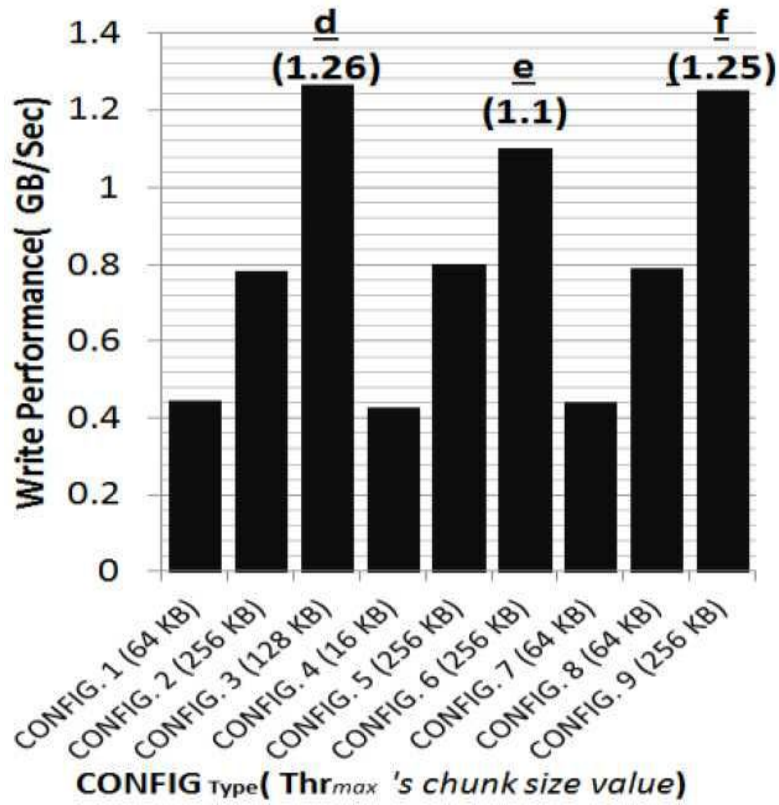
도면3

CONFIG	RAID	FS	CONFIG	RAID	FS
1	RAID 0	btrfs	6	RAID 5	ext4
2	RAID 0	ext3	7	RAID 6	btrfs
3	RAID 0	ext4	8	RAID 6	ext3
4	RAID 5	btrfs	9	RAID 6	ext4
5	RAID 5	ext3			

도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

스토리지를 관리하는

【변경후】

스토리지들을 관리하는