

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0138425 (43) 공개일자 2012년12월26일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G06F 15/16 (2006.01) G06F 3/06 (2006.01) G06F 1/32 (2006.01) (21) 출원번호 10-2011-0057896 (22) 출원일자 2011년06월15일 심사청구일자 2011년06월15일		(71) 출원인 인하대학교 산학협력단 인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동) (72) 발명자 송민석 서울특별시 서초구 남부순환로 2311-12, 래미안 방배 아트힐 107동 402호 (방배동) 이승순 인천광역시 남구 인하로91번길 85, 아이비하우스 102호 (용현동) (74) 대리인 특허법인엠에이피에스

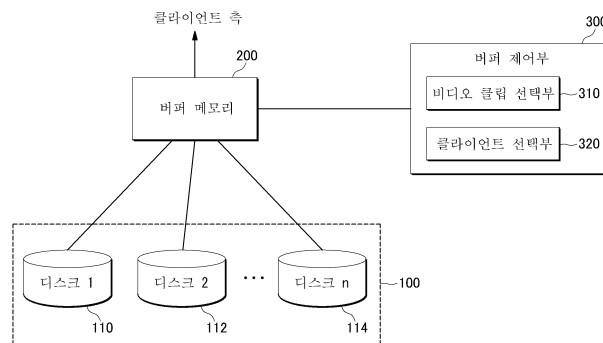
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 비디오 서버 및 그 운영 방법

(57) 요약

복수의 비디오 클립이 저장된 하드 디스크를 하나 이상 포함하는 비디오 저장부, 상기 비디오 클립이 임시 저장되는 버퍼 메모리 및 클라이언트의 비디오 클립에 대한 요청에 기초하여 상기 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립을 선택하고, 상기 클라이언트의 상기 버퍼 메모리에 대한 대역폭 이용률에 기초하여 상기 버퍼 메모리를 통해 비디오 클립을 제공할 클라이언트를 선택하는 버퍼 제어부를 포함하는 비디오 서버를 제공한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2009-0065248

부처명 교육과학기술부

연구사업명 기초연구사업 일반연구자지원사업 지역대학우수과학자지원

연구과제명 멀티미디어 응용을 위한 저전력 저장 서버에 관한 연구

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2009.05.01 ~ 2011.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

비디오 서버에 있어서,

복수의 비디오 클립이 저장된 하드 디스크를 하나 이상 포함하는 비디오 저장부,

상기 비디오 클립이 임시 저장되는 버퍼 메모리 및

클라이언트의 비디오 클립에 대한 요청에 기초하여 상기 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립을 선택하고, 상기 클라이언트의 상기 버퍼 메모리에 대한 대역폭 이용률에 기초하여 상기 버퍼 메모리를 통해 비디오 클립을 제공할 클라이언트를 선택하는 버퍼 제어부를 포함하는 비디오 서버.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하드 디스크는 서로 다른 2 이상의 동작 속도를 지원하는 다중 속도 디스크인 것인 비디오 서버.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 버퍼 메모리는 불휘발성 메모리 장치 또는 SSD(solid state disk) 장치인 것인 비디오 서버.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 버퍼 제어부는 비디오 클립에 대한 클라이언트의 요청이 많은 순서에 따라 상기 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립을 선택하되, 상기 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립의 선택시에 상기 비디오 저장부의 하드 디스크가 소모할 전력이 최소가 되도록 하는 비디오 클립을 선택하는 것인 비디오 서버.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 버퍼 제어부는 상기 버퍼 메모리에 대한 대역폭 이용률이 높은 순서에 따라 상기 버퍼 메모리를 통해 비디오 클립을 제공할 클라이언트를 선택하되, 비선택된 클라이언트에 대해서는 상기 하드 디스크를 통해 비디오 클립을 제공하는 것인 비디오 서버.

청구항 6

복수의 비디오 클립이 저장된 하나 이상의 하드 디스크 및 상기 비디오 클립이 임시 저장되는 버퍼 메모리를 포함하는 비디오 서버의 운영 방법에 있어서,

(a) 클라이언트의 비디오 클립 전송 요청에 따라, 요청된 비디오 클립이 상기 버퍼 메모리에 저장된 것인지 여부를 판단하는 단계,

(b) 상기 (a) 단계의 판단 결과, 상기 요청된 비디오 클립이 하드 디스크에만 저장된 경우에는, 하드 디스크에 저장된 비디오 클립을 상기 클라이언트에 제공하는 단계,

(c) 상기 (a) 단계의 판단 결과, 상기 요청된 비디오 클립이 버퍼 메모리에 저장된 경우, 버퍼 메모리에 저장된 비디오 클립을 상기 클라이언트에 제공하는 단계 및

(d) 상기 클라이언트의 비디오 클립 전송 요청 결과에 기초하여, 상기 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립을 갱신하는 단계를 포함하되,

상기 (d) 단계는 상기 비디오 클립에 대한 클라이언트의 요청이 많은 순서에 따라 상기 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립을 선택하는 것인 비디오 서버의 운영 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 (c) 단계의 수행 후, 상기 클라이언트의 상기 버퍼 메모리에 대한 대역폭 이용률에 기초하여, 상기 클라이언트에 대하여 상기 버퍼 메모리를 통해 요청된 비디오 클립을 제공할 것인지 여부를 선택하는 단계를 더 포함하되,

상기 클라이언트의 대역폭 이용률이 임계값 이상으로 높은 경우, 상기 버퍼 메모리를 통해 상기 요청된 비디오 클립을 제공하는 것인 비디오 서버의 운영 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

상기 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립의 선택시에 상기 비디오 저장부의 하드 디스크가 소모할 전력이 최소가 되도록 하는 비디오 클립을 선택하는 것인 비디오 서버의 운영 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 비디오 서버 및 그 운영 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 비디오 클립을 버퍼 메모리에 임시 저장하는 비디오 서버 및 그 운영 방법에 관한 것이다

배경기술

[0002] 최근 들어, 전자 도서관, UCC (user created contents), 주문형 비디오 (Video-On-Demand)와 같은 비디오 응용 서비스들이 폭발적으로 증가함에 따라, 데이터 센터 내의 저장장치의 수요를 크게 증가시키고 있다. 그러나, 이러한 데이터 센터의 경우 상당한 에너지 낭비를 가져오고 있는데, 예를 들어, 30,000ft²의 면적을 가지는 중 규모의 데이터 센터는 일반적으로 15MW의 전력을 필요로 하며, 이는 연간 1300만 달러에 해당하는 금액이다. 설상가상으로 서버에서 소모되는 전력은 많은 열을 발생시키며, 이를 냉각시키기 위해 추가적인 비용이 지출된다.

[0003] 비디오 서버는 가장 많은 에너지를 소비하는 요소 중 하나인 디스크들의 배열로 구성된다. 최근의 보고서들은 디스크의 소비전력이 데이터센터 총 소비전력의 27%를 차지한다고 한다. 소비전력을 감소시키기 위해서는 디스크의 회전 속도를 감소시킬 필요가 있다. Gurumurthi 등은 여러 가지 회전 속도를 지원하는 다중 속도 디스크 모델을 제안하였는데, 이러한 구조에 따르면 적은 수의 비디오 요청에 대해 디스크를 낮은 속도로 작동시켜 전력 소모를 감소시킬 수 있다. 반면에 단일 속도 디스크는 같은 작업량에 대해 항상 최고 속도로 디스크를 작동시켜야 한다.

[0004] 다중 속도 디스크는 현재 시장에서 구할 수 있고, 고효율의 저장장치 시스템을 구성하는데 사용되고 있다. 이를 반영하듯이, 다중 속도 디스크를 사용하는 서버들을 위한 여러 에너지 절약 기법들이 발표되었다. 하지만 이전에 발표된 대부분의 기법들은 작업 처리량을 향상시키기 위한 것이었기 때문에 비디오 서버에서 사용하기에는 무리가 있다. 게다가, 디스크의 속도 전환은 디스크의 신뢰성에 영향을 주기 때문에 이것을 빈번하게 사용하는

것은 피해야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 일부 실시예는 임시 저장 기능이 있는 버퍼 메모리를 통해 비디오 클립을 임시 저장함으로써 하드 디스크의 동작을 최소화시킬 수 있는 비디오 서버 및 그 운영 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면에 따른 비디오 서버는 복수의 비디오 클립이 저장된 하드 디스크를 하나 이상 포함하는 비디오 저장부, 상기 비디오 클립이 임시 저장되는 버퍼 메모리 및 클라이언트의 비디오 클립에 대한 요청에 기초하여 상기 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립을 선택하고, 상기 클라이언트의 상기 버퍼 메모리에 대한 대역폭 이용률에 기초하여 상기 버퍼 메모리를 통해 비디오 클립을 제공할 클라이언트를 선택하는 버퍼 제어부를 포함한다.
- [0007] 또한, 본 발명의 제 2 측면에 따른 비디오 서버의 운영 방법은 복수의 비디오 클립이 저장된 하나 이상의 하드 디스크 및 상기 비디오 클립이 임시 저장되는 버퍼 메모리를 포함하는 비디오 서버에 대한 것으로, (a) 클라이언트의 비디오 클립 전송 요청에 따라, 요청된 비디오 클립이 상기 버퍼 메모리에 저장된 것인지 여부를 판단하는 단계, (b) 상기 (a) 단계의 판단 결과, 상기 요청된 비디오 클립이 하드 디스크에만 저장된 경우에는, 하드 디스크에 저장된 비디오 클립을 상기 클라이언트에 제공하는 단계, (c) 상기 (a) 단계의 판단 결과, 상기 요청된 비디오 클립이 버퍼 메모리에 저장된 경우, 버퍼 메모리에 저장된 비디오 클립을 상기 클라이언트에 제공하는 단계 및 (d) 상기 클라이언트의 비디오 클립 전송 요청 결과에 기초하여, 상기 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립을 갱신하는 단계를 포함하되, 상기 (d) 단계는 상기 비디오 클립에 대한 클라이언트의 요청이 많은 순서에 따라 상기 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립을 선택하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0008] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 하드 디스크보다 읽기 속도가 빠르고 전력 소모가 감소된 버퍼 메모리를 통해 비디오 클립을 제공할 수 있으므로, 비디오 서버의 전력 소모를 최소화할 수 있다. 특히, 버퍼 메모리에 저장할 비디오 클립을 선택하는 방법과 버퍼 메모리를 통해 비디오 클립을 제공할 클라이언트를 선택하는 방법에 따라 최적의 비디오 클립 및 클라이언트를 선택하여, 전력 소모를 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 본원 발명의 일 실시예에 따른 비디오 서버 시스템을 도시한 도면이다.
- 도 2는 본원 발명의 일 실시예에 따른 비디오 서버의 동작 방법을 도시한 순서도이다.
- 도 3은 본원 발명의 일 실시예에 따른 버퍼 메모리를 포함한 비디오 서버에 대한 실험 데이터를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 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 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0011] 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.
- [0012] 도 1은 본원 발명의 일 실시예에 따른 비디오 서버 시스템을 도시한 도면이다.

[0013] 도시된 바와 같이, 비디오 서버 시스템(10)은 복수의 디스크(110, 112, 114)에 비디오 클립을 저장하는 비디오 저장부(100), 비디오 클립이 임시적으로 저장되는 버퍼 메모리(200) 및 버퍼 메모리(200)의 동작을 제어하는 버퍼 제어부(300)를 포함한다.

[0014] 비디오 저장부(100)는 비디오 클립들이 저장되는 복수의 디스크(110, 112, 114)를 포함한다. 각각의 디스크(110, 112, 114)는 다양한 속도로 회전할 수 있는 다중 속도 디스크일 수 있다.

[0015] 예를 들어, 다중 속도 디스크는 몇몇 수준의 비디오 요청을 감소된 속도로 서비스 할 수 있다. 디스크가 N^S 개의 속도를 가지고 있다고 가정하고, 연속적인 데이터를 한번 읽는데 상수 탐색시간 T^S 가 요구되는 일반적인 탐색시간 모델을 사용한다. 그리고, $r(l)$ 을 속도 l 로 동작하는 디스크의 데이터 전송률이라 한다($l=1, \dots, N^S$). 한 라운드에 읽혀진 비디오 세그먼트는 크기가 크기 때문에 하나 또는 그 이상의 완전한 디스크 트랙에 걸쳐있을 수 있다. 이 때문에 실질적인 디스크의 회전지연 시간은 0이다. 이것은 데이터가 있는 트랙에 도달하자마자 지연 없이 모든 트랙을 읽기 시작할 수 있음을 의미한다. 그렇기 때문에 디스크의 회전지연 시간을 0으로 가정할 수 있다.

[0016] 또, N^d 를 디스크 배열의 수라고 하고, 비디오 i 는 S_i 의 크기, b_i 의 비트전송율, T_i^l 길이를 갖는다. 비디오 i 의 디스크 대역폭 이용율은 총 서비스 시간과 라운드의 길이인 R 의 비율로 정의될 수 있다. 재생율을 유지하기

위해 라운드 R 동안 읽혀져야 하는 데이터의 양은 $b_i R$ 이고, 비디오 파일 i 를 읽는 것은 T^S 만큼의 탐색 오버헤드를 발생시킨다. 이것들을 통해 속도 l 에서의 읽기 시간은 $\frac{b_i R}{r(l)}$ 이고, 비디오 i 를 읽는 것은 디스크 속도 l

에서, 디스크 대역폭 이용율을 $\frac{T^S + \frac{b_i R}{r(l)}}{R}$ 로 증가시킬 수 있다.

[0017] 버퍼 메모리(200)는 비디오 저장부(100)에 저장된 비디오 클립을 임시로 저장 또는 캐시(cache)하고, 클라이언트 측에서 요청한 비디오 클립이 버퍼 메모리(200)에 저장되어 있으면, 해당 비디오 클립을 클라이언트에 전송한다. 버퍼 메모리(200)는 플래쉬 메모리 또는 SSD(Solid state disk)와 같은 불휘발성 메모리로 구성되어, 비디오 저장부(100)의 하드 디스크에 비하여 적은 전력 소모와 낮은 접근 지연 시간을 갖도록 한다. 이와 같은 구성에 따라, 비디오 저장부(100)에서 비디오 클립을 직접 읽어오는 것 보다 버퍼 메모리(200)에서 비디오 클립을 읽어오는 것이 속도면에서 더욱 빠르고, 전력 소모도 최소화할 수 있다.

[0018] 버퍼 제어부(300)는 비디오 클립 선택부(310)를 통해 버퍼 메모리(200)에 저장할 비디오 클립을 선택하고, 클라이언트 선택부(320)를 통해 버퍼 메모리(200)에서 비디오 클립을 전송할 클라이언트를 선택한다.

[0019] 비디오 클립 선택부(310)는 클라이언트로부터 요청이 많은 비디오 클립을 선택하여 버퍼 메모리(200)에 임시 저장되도록 한다.

[0020] 비디오 클립 선택 알고리즘을 더욱 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0021] 먼저, 비디오 서버의 주기적인 검색을 지원하기 위해, 라운드 기반의 스케줄링을 이용한다. 시간을 일정한 크기의 간격으로 나눈 것을 본 발명에서는 라운드라고 지칭하고 R 로 표기 하는데, 클라이언트들은 각 라운드에 한번 서비스를 받는다. 예를 들어, 라운드의 길이가 2초일 때 1.5Mbps로 스트림을 서비스하기 위해서 서버는 매 라운드마다 3Mbit의 데이터를 읽어야 한다.

[0022] 한편, N_i^c 를 비디오 클립 i 에 동시에 접근하는 클라이언트의 수라고 하고, 가장 낮은 속도가 선택되었을 때

단위 디스크의 각 비디오 클립 i 당 디스크 대역폭 이용율을 $\frac{N_i^c(T^S + \frac{b_i R}{r(l)})}{SR}$ 로 계산하였다. 같은 크기의 버퍼 메모리(200)를 사용할 때, 높은 하드 디스크 이용율을 갖는 비디오를 버퍼 메모리(200)를 통해서 서비스하는 것이 하드 디스크의 대역폭 이용율을 최대로 감소시키기 때문에 높은 하드 디스크 이용율을 갖는 비디오 클립을 먼저 버퍼 메모리(200)에 캐시한다.

[0023] $V_{k,n}$ 을 하드디스크 k에서 n번째로 높은 디스크 이용율을 갖는 비디오 클립이라고 할 때, 하드디스크 k에서 버퍼 메모리(200)에 캐시되는 비디오의 조합은 $A_k^v = \{\phi, \{V_{k,1}\}, \{V_{k,1}, V_{k,2}\}, \dots, \{V_{k,1}, \dots, V_{k,N_k^v-1}\}\}$ 고, 이때 N_k^v 는 A_k^v 의 엘리먼트 수 이다.

[0024] $L_{k,n}^v$ 을 A_k^v 의 n번째 비디오 셋이라 가정하면, 이것을 기반으로 이진변수 $x_{k,n}$ 을 소개한다. 만약 클라이언트가 요청한 모든 $L_{k,n}^v$ 내의 비디오 클립이 버퍼 메모리(200)에 캐시되어 있다면 모든 클라이언트들의 비디오 요청이 버퍼 메모리(200)를 통해서 서비스될 것이다. 이때, $x_{k,n}=1$ 로 설정하고 그렇지 않은 경우 $x_{k,n}=0$ 으로 설정한다. 속도가 1이고 $x_{k,n}=1$ 일 때의 디스크 대역폭 이용율 $D_{k,n}^v(l)$ 은 수학적 식 1과 같다.

[0025] [수학적 식 1]

$$D_{k,n}^v = \sum_{video i \in L_{k,n}^v - L_{k,n}^v} N_i^v \frac{T^s + \frac{b_i R}{r(l)}}{R}$$

[0026]

[0027] 속도 1에서 하드 디스크의 탐색단계 소비전력을 $P_s(1)$, 활동단계 소비전력을 $P_a(1)$, 휴지단계 소비전력을 $P_d(1)$ 이라고 할 때, 라운드 동안 비디오 클립 i 를 요청한 모든 클라이언트에게 서비스하기 위해 필요한 전력 소비량을 다음의 각 단계에 따라 계산하였다.

[0028] 1. 전체 탐색 시간이 $N_i^v T^s$ 이므로 탐색단계에서 요구되는 전력은 $N_i^v T^s P_s(l)$ 이다.

[0029] 2. 데이터를 읽는데 걸리는 시간은 $N_i^v \frac{b_i R}{r(l)}$ 이므로 데이터를 읽는데 요구되는 전력은 $N_i^v \frac{b_i R}{r(l)} P_a(l)$ 으로 계산된다.

[0030] 3. 휴지단계에서 요구되는 전력은 $(R - N_i^v \frac{b_i R}{r(l)}) P_d(l)$ 이다.

[0031] 각 단계의 전력소비량을 모두 더해서, 속도가 1이고 $x_{k,n}=1$ 인 하드 디스크 k의 전력소비량 $P_{k,n}^v(l)$ 을 수학적 식 2처럼 구할 수 있다.

[0032] [수학적 식 2]

$$P_{k,n}^v(l) = \sum_{video i \in L_{k,n}^v - L_{k,n}^v} \frac{N_i^v (T^s P_s(l) + \frac{b_i R}{r(l)} P_a(l) - \frac{b_i R}{r(l)} P_d(l)) + R P_d(l)}{R}$$

[0033]

[0034] 한편, 하드 디스크의 대역폭 이용률은 1보다 작거나 같아야 한다. 이것에 기반 하여 $x_{k,n}=1$ 일 때 실현가능한 속도의 집합인 $W_{k,n}^v = \{l | D_{k,n}^v(l) \leq 1\}$ 을 정의한다. 전력 소비를 줄이기 위해서는 $W_{k,n}^v$ 의 최저속도 $Q_{k,n}^v$ 가 선택되어야 한다. 그리고 $L_{k,n}^v$ 의 모든 비디오를 저장하는데 필요한 저장공간의 크기를 $S_{k,n}^v$ 라고 하자. 캐시된 비디오들의 크기의 총 합은 버퍼 메모리(200)의 크기를 넘지 말아야 한다. 결국 어떠한 비디오 클립들을 캐시할 것인지 결정해야 하는데, 본 발명에서는 이 $x_{k,n}$ 를 결정하는 캐시 선택 문제(Cache Selection Problem: CSP)를 공식화하였고, 그것은 수학적 식 4의 제약조건을 만족하면서 수학적 식 3이 최소값을 가지게 되는 최적해를 계산함으로 구할 수 있다.

[0035] [수학식 3]

$$\sum_{k=1}^{N^d} \sum_{n=1}^{N^s} \alpha_{k,n} P_{k,n}^v(Q_{k,n}^v)$$

[0037] [수학식 4]

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{N^d} \sum_{n=1}^{N^s} \alpha_{k,n} S_{k,n}^v &\leq Z, \\ \sum_{n=1}^{N^s} \alpha_{k,n} &= 1 (k=1, \dots, N^d), \\ \alpha_{k,n} &\in 0, 1 \end{aligned}$$

[0039] 즉, 클라이언트의 요청이 많은 비디오 클립을 버퍼 메모리(200)에 저장하되, 하드 디스크의 소비 전력이 최소가 되도록하는 비디오 클립을 선택하도록 한다.

[0040] 다음으로, 클라이언트 선택부(320)는 대역폭에 기초하여 버퍼 메모리(200)에 저장된 비디오 클립을 전송할 클라이언트를 선택한다.

[0041] 먼저, 클라이언트 j가 u_j 의 비트율을 갖는 비디오를 요청했다고 가정하자. 최저속도가 선택되었을 때 각 클라이

$$g_j = \frac{T^s + \frac{u_j R}{r(l)}}{\frac{u_j}{r_s}}$$

언트 j의 버퍼 메모리(200) 대역폭 이용률 $\frac{u_j}{r_s}$ 을 계산할 수 있다. g_j 값이 높은 클라이언트부터 버퍼 메모리(200)를 통해 서비스를 함으로써 같은 버퍼 메모리(200)의 대역폭의 범위 내에서 가장 많이 디스크 대역폭 이용률을 감소시킬 수 있다.

[0042] 한편, 버퍼 메모리(200)에 캐시 되어있고, 하드 디스크에 저장되어 있으며, m번째로 높은 g_j 값을 갖는 비디오를 요청한 클라이언트를 $C_{k,m}$ 라고 하자. 그러면 하드 디스크 에서 버퍼 메모리(200)를 통해 서비스를 받는 클라이언

트들의 조합 $A_k^c = \{\phi, \{C_{k,1}\}, \{C_{k,1}, C_{k,2}\}, \dots, \{C_{k,1}, \dots, C_{k,N^s-1}\}\}$ 을 얻을 수 있다. 여기서 N_k^s 는 엘리먼트의

수이다. $L_{k,m}^c$ 를 A_k^c 의 m번째 클라이언트의 셋이라고 하자. 이것을 기반으로 새로운 변수 $y_{k,m}$ 을 정의한다.

만약, $L_{k,m}^c$ 의 클라이언트가 버퍼 메모리(200)를 통해서 서비스를 받으면 $y_{k,m} = 1$ 로 설정하고 그렇지 않으면 $y_{k,m} = 0$ 으로 설정한다.

[0043] 디스크의 속도를 전환하는 데는 상당히 많은 시간이 걸린다. 디스크가 속도를 전환하는 동안은 디스크의 요청을 처리할 수 없기 때문에, 영상의 끊김이 발생할 수 있다. 이러한 문제를 막기 위해, 속도를 전환하는 동안 서비스 될 데이터를 미리 가져오는 것을 허용하는데, 이것은 임시의 디스크 대역폭과 버퍼 공간을 필요로 한다.

서로 다른 두 속도 사이의 전환 시간을 T^t 라고 하면, 서버는 T^t 시간만큼의 충분한 데이터를 미리 가져 와야 한다. 추가적으로 끊김이 없는 재생을 보장하기 위해서는 속도 전환 바로 다음에 진행될 라운드의 데이터 또한 미리 가져 와야 한다. 그러므로 속도가 전환되면 각 스트림마다 $T^t + R$ 초에 해당하는 모든 데이터들을 가져와야

한다. 만약 속도 전환 전에 N^p 라운드를 가져오기 시작하면, 클라이언트 j를 위한 데이터양인 $(T^t + R)u_j$ 가 N^p 라운드에 걸쳐서 가져와져야 한다. 그리고 디스크 l에 저장된 비디오를 요청하는 모든 클라이언트들의 배열을

A_k^c 에 보관한다. 만약 $y_{k,m} = 1$ 이면, $L_{k,m}^c$ 의 클라이언트들은 디스크의 활동을 발생시키기 않으므로 임시 디

스크 대역폭 $O_{k,m}^d(l)$ 는 수학식 5와 같이 계산될 수 있다.

[0044] [수학식 5]

$$O_{k,m}^d(l) = \sum_{client\ j \in A_k^l - L_{k,m}^d} \frac{T^s + \frac{(T^s + R)u_j}{r(l)}}{N^s R}$$

[0046] 미리 가져온 데이터를 저장하기 위해, 추가적인 버퍼 공간도 필요할 수 있다. 클라이언트 j에 대해서 $(T^s + R)u_j$ 만큼의 버퍼공간이 필요하므로, $y_{k,m} = 1$ 일 때, 디스크 k에 대한 추가적인 버퍼 공간 $O_{k,m}^b$ 는 수학식 6과 같이 계산될 수 있다.

[0047] [수학식 6]

$$O_{k,m}^b = \sum_{client\ j \in A_k^l - L_{k,m}^d} (T^s + R)u_j$$

[0049] 다음으로, 속도 l에서 $y_{k,m} = 1$ 일 때의 디스크 k의 디스크 대역폭 이용률 $D_{k,m}^c(l)$ 을 수학식 7과 같이 구할 수 있다.

[0050] [수학식 7]

$$D_{k,m}^c(l) = \sum_{client\ j \in A_k^l - L_{k,m}^d} \frac{(T^s + \frac{u_j R}{r(l)})}{R}$$

[0052] 그리고 속도 l에서 $y_{k,m} = 1$ 일 때의 디스크의 전력 소비량 $P_{k,m}^c(l)$ 을 수학식 8과 같이 구할 수 있다.

[0053] [수학식 8]

$$P_{k,m}^c(l) = \sum_{client\ j \in A_k^l - L_{k,m}^d} \frac{T^s P_s(l) + \frac{u_j R}{r(l)} P_a(l) + (R - \frac{u_j R}{r(l)}) P_d(l)}{R}$$

[0055] 가장 높은 속도에서는 더 높은 속도로의 전환이 없으므로 임시 디스크 대역폭을 필요로 하지 않는다. 그러나 그 외의 다른 속도에서는 디스크의 속도 증가를 대비하기 위해 임시의 디스크 대역폭을 마련해 두는 것이 바람직하다.

[0056] $y_{k,m} = 1$ 일 때 선택된 속도를 $Q_{k,m}^c$ 라고 하자. 만약 $\{l | D_{k,m}^c(l) + O_{k,m}^d(l) \leq 1 \text{ and } l = 1, \dots, N^s - 1\} \neq \emptyset$ 이면 디스크 전력 소비를 최대한 줄이기 위해 이 셋의 가장 낮은 속도가 $Q_{k,m}^c$ 로 선택된다. 그렇지 않으면 $Q_{k,m}^c = N^s$ 이다. 또 다른 변수인 $H_{k,m}$ 은 $y_{k,m} = 1$ 일 때, 속도 전환이 있는지 그렇지 않은지를 나타낸다. 만약 선택된 속도 $Q_{k,m}^c$ 가 현재의 속도와 같으면 $H_{k,m} = 0$ 이고, 다르면 $H_{k,m} = 1$ 이다.

[0057] 버퍼 메모리(200)의 대역폭 요구량을 나타내기 위해 r_s 를 사용한다. 그리고 $L_{k,m}^c$ 의 클라이언트들에 비디오를 서비스 하기위해 요구되는 버퍼 메모리(200) 대역폭을 $B_{k,m}$ 이라고 하자. 또 비디오를 미리 가져오기 위해 예약된 버퍼의 크기를 P라 하자. 속도 전환은 디스크의 수명에 영향을 끼치므로 N^h 개의 디스크들이 같은 시간에 속도를 전환하도록 하였다. 결과적으로 수학식 10의 제약조건에서 수학식 9를 최소화 하기위한 $y_{k,m}$ 을 결정하는 대역폭 할당 문제(Bandwidth Allocation Problem : BAP)를 공식화 하였다.

[0058] [수학식 9]

$$\sum_{k=1}^{N^k} \sum_{m=1}^{N^d} y_{k,m} P_{k,m}^c(Q_{k,m}^c)$$

[0059]

[0060] [수학식 10]

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{N^k} \sum_{m=1}^{N_m^o} y_{k,m} B_{k,m} &\leq r_s, \\ \sum_{k=1}^{N^k} \sum_{m=1}^{N_m^o} y_{k,m} H_{k,m} O_{k,m}^b &\leq P, \\ \sum_{k=1}^{N^k} \sum_{m=1}^{N_m^o} y_{k,m} H_{k,m} &\leq N^h, \\ \sum_{m=1}^{N_m^o} y_{k,m} &= 1, \\ y_{k,m}^m &\in \{0, 1\}. \end{aligned}$$

[0061]

[0062] 도 2는 본원 발명의 일 실시예에 따른 비디오 서버의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

[0063] 먼저, 클라이언트로부터 비디오 서버(10)로 비디오 클립 전송 요청이 전송된다(S210).

[0064] 다음으로, 비디오 서버(10)는 비디오 클립이 버퍼 메모리(200)에 캐시된 것인지 여부를 확인한다(S220).

[0065] 버퍼 메모리(200)에 캐시되지 않은 경우, 하드 디스크에 저장된 비디오 클립을 클라이언트에 전송하고(S230), 하드 디스크에도 저장되어 있지 않은 경우에는 해당 비디오 클립이 없다는 메시지를 전송할 수 있다.

[0066] 만약, 클라이언트가 요청한 버퍼 메모리(200)에 캐시된 비디오 클립인 경우에는 해당 비디오 클립을 클라이언트에게 바로 전송할 수 있다.

[0067] 한편, 경우에 따라, 클라이언트의 버퍼 메모리 대역폭 이용률에 기초하여 버퍼 메모리에 저장된 비디오 클립의 전송 여부를 판단하는 단계를 추가적으로 수행할 수 있다(S240).

[0068] 즉, 클라이언트 선택부(320)의 동작에 따라 버퍼 메모리 대역폭 이용률이 큰 클라이언트에게만 버퍼 메모리(200)에 저장된 비디오 클립을 전송하도록 한다(S250). 예를 들면, 버퍼 메모리 대역폭 이용률이 임계값 이상인지 여부를 판단하여, 버퍼 메모리(200)를 통한 비디오 클립 전송 여부를 판단할 수 있다. 이때, 버퍼 메모리 대역폭 이용률이 낮은 클라이언트에게는 하드 디스크에 저장된 비디오 클립을 전송하도록 한다.

[0069] 한편, 비디오 클립의 전송이 완료된 후에는 클라이언트의 비디오 클립에 대한 요청이 달라졌으므로, 이에 기초하여 버퍼 메모리(200)에 저장할 비디오 클립을 갱신할 수 있다(S260).

[0070] 즉, 비디오 클립 선택부(310)의 동작에 따라 버퍼 메모리에 임시 저장할 최적의 비디오 클립을 선택하여, 갱신한다.

[0071] 도 3은 본원 발명의 일 실시예에 따른 버퍼 메모리를 포함한 비디오 서버에 대한 실험 데이터를 도시한 도면이다.

[0072] 먼저, 실험 조건을 살펴보면, 클라이언트 요청의 도착은 포아송 분포를 따르고, 접근 확률은 $\theta = 0.271$ 의 지프 분포를 따른다. 버퍼 메모리(200)로서 사용된 SSD는 활동 상태에서 1.3W의 전력을 소비하고, 휴지 상태에서 0.7W의 전력을 소비한다. 총 800개의 비디오 파일로 구성된 작업량을 고려하였고, 각각은 1.5Mbps(MPEG1), 5Mbps(MPEG2 for DVD), 9Mbps(MPEG2 HD)의 서로 다른 비트율을 갖는다. 각 라운드의 길이는 2초이고 각 비디오는 120분짜리 영상이다.

[0073] N^h 는 3이라고 가정하였고, N^p 는 6라운드 이다. 데이터를 미리 가져오기 위한 버퍼공간의 크기를 1GB로 예약한다. 디스크의 속도 전환 시간은 6초이며, 속도를 전환하는데 필요한 전력은 21W이다. 속도의 집합은 $S2 = \{2880, 7200\}$, $S5 = \{2880, 3960, 5040, 6120, 7200\}$ 두 가지로 설정하였다.

[0074] 먼저 도 3은 버퍼 메모리의 크기와 전력 소비량과의 관계를 도시한다.

[0075] 평균 요청 도착시간의 간격 (inter-arrival time)은 8초이고, SSD의 대역폭은 300MB/s로 하였다. 도 3에 도시된 바와 같이, 버퍼 메모리의 크기가 클수록 디스크를 낮은 속도에 더 머물 수 있도록 하고 이것은 디스크의 전력 소비량을 감소시킨다. 또한, 버퍼 메모리를 사용하는 것은 5가지 속도를 지원하는 디스크를 사용할 때 에너지 절약 효과가 더 크고, 이것은 작업량에 알맞은 적절한 속도를 선택할 수 있게 한다. 예를 들면, 지원하는 디스크 속도가 2개인 디스크의 경우에는 SSD 캐시의 크기를 700 MB를 사용할 시 24%의 전력 감소 효과가 있고, 지원하는 디스크 속도가 5개인 디스크의 경우에는 29%의 전력 감소 효과가 있음을 확인할 수 있다.

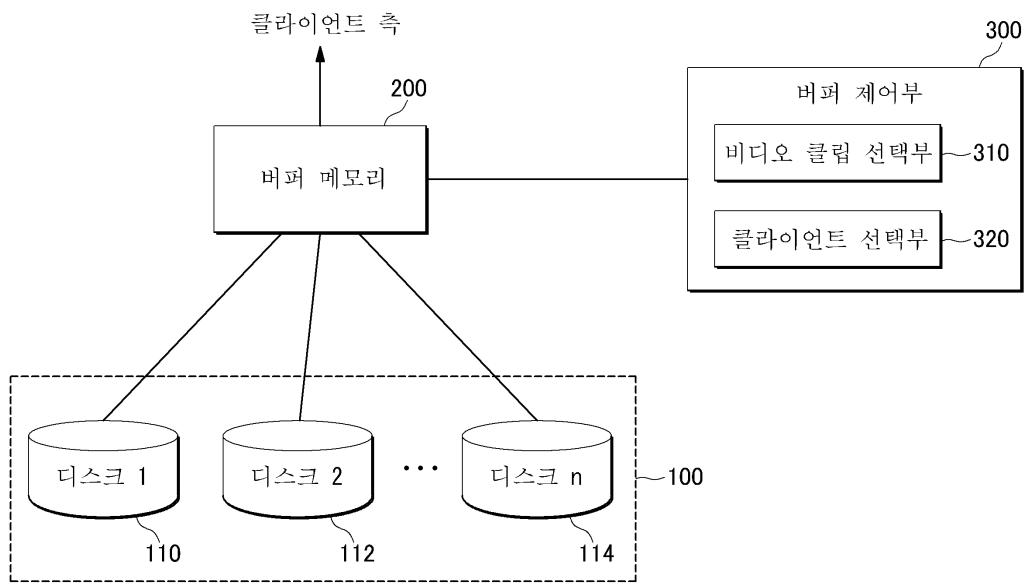
- [0076] 참고로, 본 발명의 실시예에 따른 도 1에 도시된 구성 요소들은 소프트웨어 또는 FPGA(Field Programmable Gate Array) 또는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)와 같은 하드웨어 구성 요소를 의미하며, 소정의 역할들을 수행한다.
- [0077] 그렇지만 '구성 요소들'은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니며, 각 구성 요소는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다.
- [0078] 따라서, 일 예로서 구성 요소는 소프트웨어 구성 요소들, 객체지향 소프트웨어 구성 요소들, 클래스 구성 요소들 및 태스크 구성 요소들과 같은 구성 요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.
- [0079] 구성 요소들과 해당 구성 요소들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성 요소들로 결합되거나 추가적인 구성 요소들로 더 분리될 수 있다.
- [0080] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 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 판독 가능 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 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.
- [0081] 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.
- [0082] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0083] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

- [0084] 10: 비디오 서버
100: 비디오 저장부
200: 버퍼 메모리
300: 버퍼 제어부

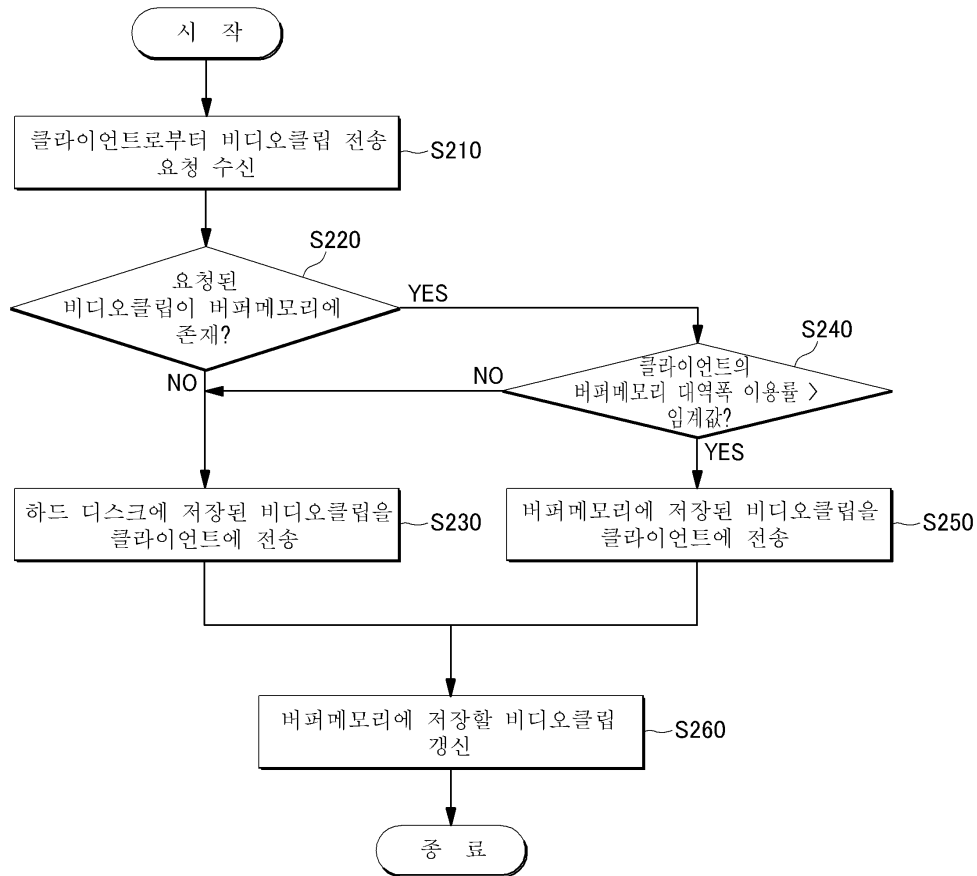
도면

도면1

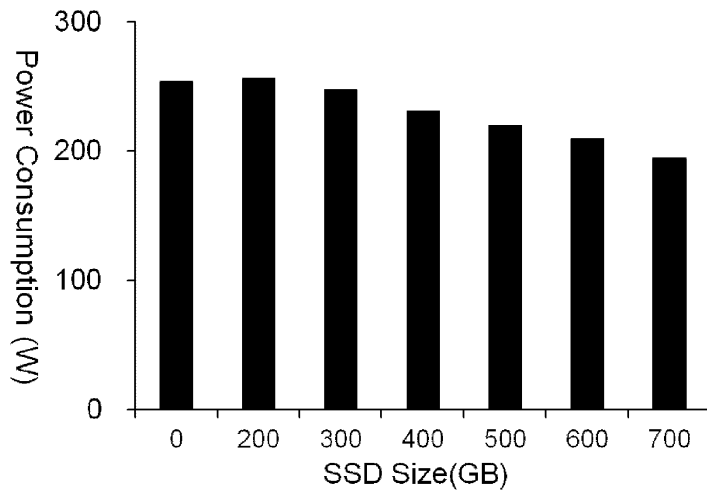


10

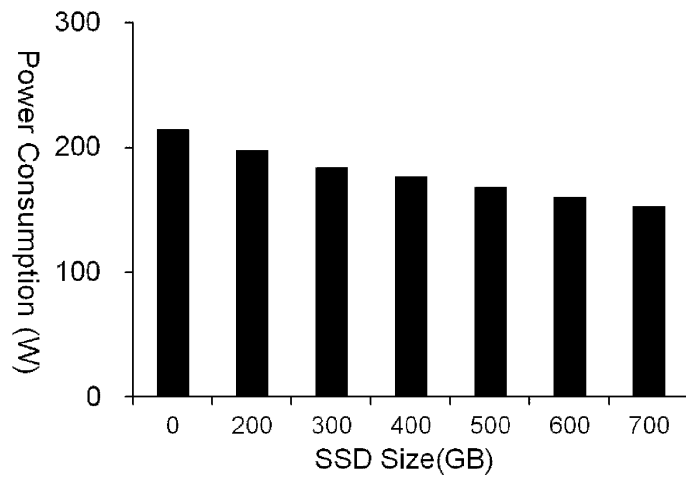
도면2



도면3



(a) S2= {2880, 7200}



(b) S5= {2880, 3960, 5040, 6120, 7200}