

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0039318 (43) 공개일자 2012년04월25일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G11B 20/10 (2006.01) G11B 19/02 (2006.01) (21) 출원번호 10-2010-0100962 (22) 출원일자 2010년10월15일 심사청구일자 2010년10월15일		(71) 출원인 인하대학교 산학협력단 인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동) (72) 발명자 송민석 인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 컴퓨터공학과 (용현동) 심정섭 인천광역시 남구 소성로 71, 컴퓨터정보공학부 (용현동, 인하대학교) 류완형 인천광역시 남구 인하로 100, 컴퓨터정보공학부 (용현동) (74) 대리인 특허법인엠에이피에스

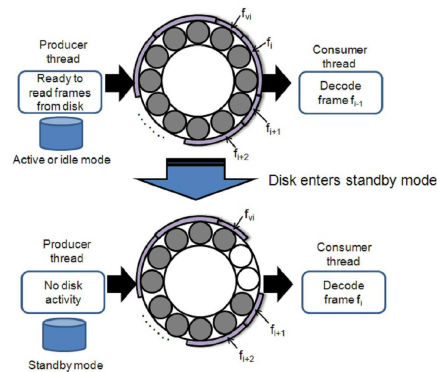
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 동영상 재생 시 디스크 소모 에너지 감소를 위한 데이터 선반입 방법

(57) 요약

동영상 재생 시 디스크 소모 에너지 감소를 위한 데이터 선반입 방법이 제공된다. 동영상 재생 시 디스크 소모 에너지 감소를 위한 데이터 선반입 방법은 동영상 프레임의 프레임 사이즈를 추출하는 단계; 상기 추출된 프레임 사이즈에 기초하여 선반입될 동영상 프레임의 개수를 결정하는 단계; 저전력 모드 전환의 제한 회수를 설정하는 단계; 및 상기 선반입될 프레임의 개수 및 상기 저전력 모드 전환의 제한 회수에 기초하여, 상기 동영상 프레임의 각각의 프레임에 대하여 저전력 모드 진입 여부를 결정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10035243
부처명	지식경제부
연구사업명	산업원천기술개발사업(정보통신)
연구과제명	CPS를 위한 콤포넌트 기반 설계이론 및 제어커널 개발
주관기관	서울대학교산학협력단 (참여기관: 인하대학교 산학협력단)
연구기간	2010.03.01 ~ 2015.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

동영상 재생 시 디스크 소모 에너지 감소를 위한 데이터 선반입 방법에 있어서,

동영상 프레임의 프레임 사이즈를 추출하는 단계;

상기 추출된 프레임 사이즈에 기초하여 선반입될 동영상 프레임의 개수를 결정하는 단계;

저전력 모드 전환의 제한 회수를 설정하는 단계; 및

상기 선반입될 프레임의 개수 및 상기 저전력 모드 전환의 제한 회수에 기초하여, 상기 동영상 프레임의 각각의 프레임에 대하여 저전력 모드 진입 여부를 결정하는 단계;

를 포함하는 데이터 선반입 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 선반입될 동영상 프레임의 개수를 결정하는 단계는, i^{th} 프레임부터 버퍼 메모리에 선반입되는 g_i 개의 프레임의 총 사이즈가 버퍼 메모리의 사이즈 B 보다 같거나 작도록 결정하는 것인, 데이터 선반입 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

각각의 프레임에 대하여 저전력 모드 진입 여부를 결정하는 단계는,

상기 선반입될 프레임의 개수 및 상기 저전력 모드 전환의 제한 회수에 기초하여, 저전력 모드 진입에 의해 감소된 총 에너지가 최대 값을 갖도록 상기 각각의 프레임에 대하여 저전력 모드 진입 여부를 결정하는 것인, 데이터 선반입 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

i^{th} 프레임의 저전력 모드 전환 설정 값 $x_i = 1$ 일 경우, 상기 i^{th} 프레임부터 저전력 모드로 진입을 하여 감소된 총 소모 에너지(E_i)를, 상기 디스크의 유힬 모드에서 소비하는 전력(P_d), 상기 디스크의 저전력 모드에서 소비하는 전력(P_l), 실제 디스크가 저전력 모드에 진입하여 전력 소모 감소 시킬 수 있는 시간 A_i , 상기 디스크가 스핀 업 시에 소모하는 에너지(E_f), 및 상기 디스크가 스핀 다운 시에 소모하는 에너지(E_s)를 고려하여, $E_i = (P_d - P_l) \times A_i - E_f - E_s$ 와 같이 산출하고, 상기 상기 각각의 프레임에 대하여 저전력 모드 진입 여부를 결정하는 것인, 데이터 선반입 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 실제 디스크가 저전력 모드에 진입하여 전력 소모 감소 시킬 수 있는 시간(A_i)는, 버퍼 메모리에 저장된 동영상 프레임 데이터들의 총 재생 시간(D_i), 상기 디스크의 스핀 업/스핀 다운/탐색/회전 지연 시간

$$(T_u, T_d, T_s, T_r), \text{ 스핀 업 후 버퍼를 채우는데 소모되는 시간 } \left(\frac{\sum_{j=v_i+1}^{j=v_{q+1}} s_j}{tr-r} \right) \text{ 을 고려하여,}$$

$$A_i = D_i - (T_u + T_d + T_r + T_s + \frac{\sum_{j=v_i+1}^{j=v_{q+1}} s_j}{tr-r})$$

와 같이 산출되는 것인, 데이터 선반입 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 동영상 재생 시 디스크 소모 에너지 감소를 위한 데이터 선반입 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 각각의 동영상 프레임 별로 저전력 모드 진입 여부를 결정하고, 저전력 모드로 진입하는 총 회수를 효과적으로 제한하는 동영상 재생 시 디스크 소모 에너지 감소를 위한 데이터 선반입 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 소형 멀티미디어 기기의 대중화로 인해 SSD(Solid State Disk)와 플래시 메모리와 같은 저장 매체가 등장하였지만 디스크와 비교하여 볼 때 짧은 수명 주기와 저장 용량 대비 높은 가격으로 인하여, 동영상 데이터와 같은 고 용량의 멀티미디어 데이터가 증가하는 추세에서 모바일 기기 및 멀티미디어 디바이스 등의 장치에서 디스크의 사용량은 꾸준한 증가를 보이고 있다. PDA와 PMP, 모바일 핸드폰, MP3 플레이어 등의 멀티미디어 기기들은 최근 비디오 콘텐츠의 대용량 화에 따라 대용량의 디스크를 필요로 하고 있다. 그러나 최근 보고에 따르면 디스크는 사용하는 휴대용 멀티미디어 기기를 구성하는 주변 장치와 비교하여 약 27%의 전력을 더 소비한다. 그러므로 휴대용 멀티미디어 기기의 설계에 있어서, 전력 소모를 줄이는 것은 중요한 해결 과제로 제시되고 있다.

[0003] 일반적으로 디스크의 소모 전력을 줄이기 위해, 디스크들은 디스크의 상태에 따라 여러 가지 전력 소비 모드를 포함하는 다중 전력 모드(multiple power modes)를 가진다. 활성 모드에서는 플래터들(platters)이 회전하고 있으며 헤드는 데이터를 판독하거나 기록하며, 검색 모드에서는 헤드가 디스크 트랙(track) 사이를 움직인다. 유휴 모드에서는 디스크가 전속력으로 회전하지만 디스크에 대한 쓰거나 읽기에 대한 요청은 없다. 또한, 저전력 또는 대기 모드에서는 디스크가 회전을 완전히 정지하고 다른 어떤 모드들에서보다 훨씬 적은 에너지를 소비한다. 따라서, 디스크를 가능한 오랫동안 저전력 모드에 두는 것이 유리하다. 하지만, 저전력 모드에서는 디스크의 데이터를 읽고 쓸 수가 없고, 저전력 모드 진입을 위해서는 디스크의 끄고 켜는 스핀 업, 스핀 다운이 요구되며, 저전력 모드로부터 활성 모드로 되돌리기 위해서는 디스크를 회전시켜야만 하기 때문에, 디스크를 저전력 모드로 전이시킴으로써 절약되는 에너지가 디스크를 다시 회전시키는데 필요로 하는 에너지보다 더 클 필요가 있다. 이와 같이 다시 회전시키는 에너지 비용을 정당화시키는 최단의 아이들 주기를 손익분기 시간(break-even time)이라고 부른다. 디스크 아이들 주기는 손익분기 시간보다 커야 한다.

[0004] 동영상 재생은 지정된 재생 비율(Playback Rate)을 가지며 그 재생 비율 안에 각 비디오 프레임을 디코딩해야 하며, 이는 디스크에 저장되어 동영상 데이터를 재생함에 있어 동영상 데이터를 제공하는 생산자(producer) 쓰레드와 동영상 데이터를 재생하기 위해 읽어오는 소비자(consumer) 쓰레드로 구성하는 생산자-소비자 모델로 표현할 수 있다. 동영상 데이터를 재생하기 위해 동영상 재생기는 디스크로부터 다수의 프레임들을 DRAM 버퍼로 선반입하여 저장하고, 그로 인해 디스크로부터의 읽기 작업 없이 저 전력 모드를 유지하며 DRAM 버퍼로부터 미리 선반입된 동영상 데이터들로부터 동영상을 재생할 수 있다.

[0005] 이 때 고려해야 할 점은, 디스크가 저 전력 모드에서 활성 모드로 전환이 늦어져서 DRAM 버퍼가 동영상 재생을 위한 동영상 데이터를 모두 소비하게 된다면, 동영상 재생은 정지하거나 동영상이 왜곡 될 수 있다는 것이다. 반대로 너무 이른 활성 모드로의 전환은 전력 소모 감소 효율을 낮추는 결과를 나타나게 한다. 동영상 데이터는 가변 비트율(VBR) 기법을 사용하여 압축되므로 높은 비트율을 가진 동영상 프레임의 경우에 DRAM 버퍼에 저장된 동영상 데이터를 빠르게 소모하므로 저 전력 모드를 유지할 수 있는 시간은 감소하고, 반대로 낮은 비트율을 가진 동영상 프레임의 경우에 보다 장시간 동안 저 전력 모드를 유지할 수 있으므로 정확한 시점에서 전력 소비 모드를 변환 시키는 것은 어려운 일이다. 또 다른 고려해야 할 사항은 디스크의 특성상 디스크의 스핀 업(Spin-Up)과 스핀 다운(Spin-Down)의 횟수가 증가할수록 디스크에 대한 신뢰성이 감소한다는 점이다. 디스크의 스핀 업과 스핀 다운이 발생할 때, 온도 순환을 발생시키며 이는 디스크를 약화시켜 고장을 유발하게 되므로, 동영상 재생 기기의 구상을 할 시에 디스크의 스핀 업, 스핀 다운 횟수를 최대한 낮추는 특별한 관리 기법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일부 실시예는 동영상을 재생하는 경우에 디스크의 전력 소모를 감소시키며 디스크의 수명 단축을 방지할 수 있는 동영상 재생 시 디스크 소모 에너지 감소를 위한 데이터 선반입 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면은, 동영상 프레임의 프레임 사이즈를 추출하는 단계; 상기 추출된 프레임 사이즈에 기초하여 선반입될 동영상 프레임의 개수를 결정하는 단계; 저전력 모드 전환의 제한 회수를 설정하는 단계; 및 상기 선반입될 프레임의 개수 및 상기 저전력 모드 전환의 제한 회수에 기초하여, 상기 동영상 프레임의 각각의 프레임에 대하여 저전력 모드 진입 여부를 결정하는 단계를 포함하는 데이터 선반입 방법을 제공할 수 있다.

[0008] 또한, 본 발명의 제 1 측면에서, 상기 선반입될 동영상 프레임의 개수를 결정하는 단계는, i^{th} 프레임부터 버퍼 메모리에 선반입되는 g_i 개의 프레임의 총 사이즈가 버퍼 메모리의 사이즈 B 보다 같거나 작도록 결정할 수 있다.

[0009] 또한, 본 발명의 제 1 측면에서, 상기 각각의 프레임에 대하여 저전력 모드 진입 여부를 결정하는 단계는, 상기 선반입될 프레임의 개수 및 상기 저전력 모드 전환의 제한 회수에 기초하여, 저전력 모드 진입에 의해 감소된 총 에너지가 최대 값을 갖도록 상기 각각의 프레임에 대하여 저전력 모드 진입 여부를 결정할 수 있다.

발명의 효과

[0010] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 각각의 동영상 프레임 별로 저전력 모드 진입 여부를 결정하고, 저전력 모드로 진입하는 총 회수를 효과적으로 제한함으로써, 디스크의 전력 소모를 감소시키며 디스크의 수명 단축을 방지한다.

[0011] 각 동영상 프레임에서 x_i 의 설정 값을 기준으로 저 전력 모드로의 진입 시점을 결정하며 최대의 전력 감소 효율을 얻을 수 있는 시점을 선택하게 되므로, 보다 적은 디스크의 전력 모드 전환 횟수로 보다 효율적인 전력 감소 효과를 얻을 수 있다. 더불어 디스크 저 전력 모드 진입 제한 변수 L 을 사용하여 최대의 전력 감소 효율을 얻음과 동시에 디스크의 전력 모드 전환 횟수를 줄이므로 디스크의 생명 주기를 늘려 신뢰성 증가와 고장을 감소의 효과를 볼 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 디스크에 저장되어 동영상 데이터를 재생함에 있어 동영상 데이터를 제공하는 생산자(producer)쓰레드와 동영상 데이터를 재생하기 위해 읽어오는 소비자(consumer) 쓰레드로 구성하는 생산자-소비자 모델의 모식도이다.

도 2는 동영상을 재생하는 동안 x_i 의 설정 값에 의해 디스크의 동작 상태와 전력 모드 전환이 주기적으로 변화

하는 것을 나타낸 도면이다.

도 3은 i^{th} 프레임의 저전력 모드 전환 설정 값 $x_i = 1$ 일 때의 생산자-소비자 모델의 동작을 표현한 도면이다.

도 4는 i^{th} 프레임의 저전력 모드 전환 설정 값 $x_i = 0$ 일 때의 생산자-소비자 모델의 동작을 나타낸 도면이다.

도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 선반입 방법을 시뮬레이션한 결과를 종래의 다른 선반입 방법에 의한 시뮬레이션 결과와 비교하여 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.

[0016] 도 1은 디스크에 저장되어 동영상 데이터를 재생함에 있어 동영상 데이터를 제공하는 생산자(producer)쓰레드와 동영상 데이터를 재생하기 위해 읽어오는 소비자(consumer) 쓰레드로 구성하는 생산자-소비자 모델의 모식도이다. 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 디스크의 데이터가 선반입되는 환형 큐(circular queue) 구조의 버퍼 공간이 도시되어 있다.

[0017] 도 1을 참조하면, 버퍼 공간을 효율적으로 사용하기 위해 본 발명의 일 실시예에서는 버퍼 공유(buffer sharing) 기법으로 환형 큐 구조의 버퍼 메모리를 이용하여 디스크의 동영상 데이터를 선반입할 수 있다. 본 명세서에서는 환형 큐 구조의 버퍼 메모리를 예시하여 설명하였지만, 버퍼 메모리의 구조는 본 발명의 일 실시예를 적용할 수 있는 구조이면 충분하며 이에 제한되지 않는다. 또한, 이러한 환형 큐 버퍼로 동영상 재생을 위한 소비자 쓰레드(thread) 및 동영상 데이터를 디스크로부터 DRAM 메모리 버퍼로 선반입을 위한 생산자 쓰레드(thread)에서 동시에 동영상 데이터를 처리하는 생산자-소비자 모델을 구성하게 된다. 가변 비트율(Variable bit rate)을 가진 동영상 데이터를 재생하는 경우에는, 동영상 프레임들에 의해 디스크가 저 전력 모드를 유지하는 시간이 결정되므로, 고정 비트율(Const bit rate)을 가진 동영상 데이터의 선반입 시점을 예측하는 것보다 어려운 문제이다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에서, 전체 동영상 데이터는 N_f 개의 프레임들로 구성되어 있으며, 각각의 프레임 $f_i(i = 1, \dots, N_f)$ 은 s_i 바이트의 사이즈를 가지며, 이 프레임 사이즈 s_i 는 동영상이 재생되기 전에 동영상 파일의 AVI 헤더를 분석함으로써 추출될 수 있다. 또한, 동영상 재생기는 초당 r 개의 프레임을 디코딩할 수 있으며, 각

각의 프레임은 매 $T = \frac{1}{r}$ 초마다 디코딩될 수 있으며 같이 구할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에서 선반입을 위한 버퍼 메모리(예를 들어, DRAM)의 사이즈는 B 로 정의 되며, i^{th} 프레임에서 시작하여 DRAM 버퍼에 선반입 될 수 있는 최대 프레임의 개수는 g_i 로 정의될 수 있다. 또한, i^{th} 프레임부터 버퍼 메모리에 선반입되는 g_i 개의 프레임의 총 사이즈는 버퍼 메모리의 사이즈 B 보다 같거나 작도록 아래 수학적 1과 같이 설정될 수 있다.

[0019] [수학식 1]

$$\sum_{j=i}^{g_i} s_j \leq B, (i=1, \dots, N_f)$$

[0020]

[0021] 또한, v_i 는 i^{th} 프레임에서 선반입이 시작될 때 버퍼 메모리에 선반입되는 마지막 프레임의 인덱스를 나타내며 $f_{i+g_i-1} = f_{v_i}$ 로 표현될 수 있다. 또한, 본 발명에서는 저전력 모드 전환 회수가 제한될 수 있으며, 마지막 회수의 저전력 모드 진입을 위하여 선반입되는 동영상 프레임들 중에서 첫번째 동영상 프레임의 인덱스 값인 Q 는 $v_Q = N_f$ 를 만족하는 최소한의 값으로 정의될 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 일 실시예에서는 $f_i (i=1, \dots, Q)$ 프레임이 소비자 스레드에 의해 디코딩을 하기 전에, i^{th} 프레임에 대한 저전력 모드 진입 설정 값인 이진 변수 x_i 에 의해, 해당 프레임에서의 저전력 모드로 전환 여부를 결정할 수 있다.

[0023] 도 2는 동영상을 재생하는 동안 x_i 의 설정 값에 의해 디스크의 동작 상태와 전력 모드 전환이 주기적으로 변화하는 것을 나타낸 도면이다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에서는 디스크의 잦은 저전력 모드로의 전환은 디스크의 신뢰성을 감소시키고 고장률을 증가시키므로, 디스크의 저전력 모드 전환을 L 번으로 제한하도록 설정할 수 있으며, 도 2에서 디스크의 동작 상태와 전력모드 전환 주기의 총 회수는 L 이 될 수 있다.

[0025] 한편, 본 발명의 일 실시예에서 사용된 약어를 정리하면 아래 표 1과 같다.

표 1

[0026]

약어	설명
I	각 동영상 프레임이 디코딩 되는 시간
D_i	DRAM 버퍼 프레임들의 재생 시간
T_u, T_d, T_s, T_r	디스크의 스핀 업, 스핀 다운, 탐색, 회전 지연 시간
P_s, P_a, P_d, P_l	디스크의 탐색, 활성화, 유휴, 저전력 모드에 소비하는 전력
A_i	i^{th} 프레임에서 시작하여 저전력 모드를 유지하는 시간
E_s, E_f	디스크 스핀 업, 스핀 다운 에너지
E_i	i^{th} 프레임에서 저전력 모드로 진입으로 감소된 에너지

[0027] 도 3은 i^{th} 프레임의 저전력 모드 전환 설정 값 $x_i = 1$ 일 때의 생산자-소비자 모델의 동작을 표현한 도면이다.

[0028] 도 3에 도시된 바와 같이, D_i 동안 저전력 모드로 진입하게 된다. 이 때 버퍼 메모리에 저장된 동영상 프레임 데이터들의 총 재생 시간 D_i 는 수학식 2를 통하여 얻을 수 있다.

[0029] [수학식 2]

$$D_i = T \times (v_i - i + 1)$$

[0030]

[0031] 또한, i^{th} 프레임의 저전력 모드 전환 설정 값 $x_i = 1$ 인 경우에 버퍼 메모리에 f_i 프레임부터 f_{v_i} 프레임까지 선반입되고 i^{th} 프레임 이후의 저전력 모드 전환 설정값은 $x_{i+1} = 0, x_{i+2} = 0, \dots, x_{v_i} = 0$ 의 값을 가지도록 설정할 수 있다.

[0032] 도 4는 i^{th} 프레임의 저전력 모드 전환 설정 값 $x_i = 0$ 일 때의 생산자-소비자 모델의 동작을 나타낸 도면이다.

[0033] 도 4를 참조하면, 디스크는 이전 회수에 버퍼 메모리에 선반입된 마지막 프레임의 다음 프레임인 f_{v_i+1} 을 읽어 들이기 위해 신속히 활성 모드로 전환을 하기 위해 유휴 모드를 유지할 수 있다. 또한, 동시에 프레임 f_i 소비자 쓰레드에 의해 디코딩될 수 있다. 디스크의 전송률은 동영상 재생 속도보다 빠르기 때문에, 프레임이 소비자 쓰레드에 의해 디코딩되기 전에 DRAM 버퍼를 다시 채우게 된다.

[0034] 디스크가 스핀 다운 되어 대기모드로 전환 된다면 데이터를 읽거나 쓸 수 없게 되므로 버퍼에는 실시간으로 동영상을 재생하기 위해 충분한 데이터가 버퍼링 되어 있어야 하며, 디스크를 저전력 모드에서 활성 모드로 전환 하기 위해 스핀 업을 할 시에 저전력 모드에서 멈추어 있던 플래터(Platter)를 다시 회전시키기 위해서는 일정 시간 이상의 지연 시간이 발생하게 된다. 이로 인해 소비자 쓰레드로 디코딩될 프레임이 공급되지 않는다면, 동영상 재생은 중지 될 것이다. 그렇기 때문에 실제로 버퍼에 저장되어 있는 동영상 프레임들의 전체 재생 시간 동안 저전력 모드를 유지할 수 없다. 따라서, 디스크의 스핀 업, 스핀 다운, 탐색, 회전 지연 시간과 디스크 전송률을 고려하여, 실제로 디스크가 저전력 모드에 진입하여 전력 소모 감소 시킬 수 있는 시간을 산출할 수 있다.

[0035] 디스크가 스핀 업 된 후에 생산자 쓰레드는 $\sum_{j=v_i+1}^{j=v_{q_i}+1} S_j$ 바이트를 읽어들이 수 있으며, 디스크 전송률을 tr 로 정의하고 동영상의 비트율을 r 로 정의하였을 때, 스핀 업 후 버퍼를 채우는데 소모되는 시간은 $\frac{\sum_{j=v_i+1}^{j=v_{q_i}+1} S_j}{tr-r}$ 이 걸리게 된다. 또한 디스크의 특성상 스핀 업, 스핀 다운, 탐색, 회전 지연 시간이 발생하게 되므로 실제로 디스크가 저전력 모드에 진입하여 전력 소모 감소 시킬 수 있는 시간 A_i 를 수학식 3과 같이 계산할 수 있다.

[0036] [수학식 3]

$$A_i = D_i - (T_u + T_d + T_r + T_s + \frac{\sum_{j=v_i+1}^{j=v_{q_i}+1} S_j}{tr-r})$$

[0038] 한편, $x_i = 1$ 일 경우, 저전력 모드로 진입을 하여 감소된 총 에너지를 E_i 로 정의하고, 저전력 모드에서 감소된 에너지를 $(P_d - P_l) \times A_i$ 와 같이 산출하고 이에 추가적으로 디스크가 스핀 업과 스핀 다운시에 소모되는

에너지 E_f, E_s 를 고려하면 E_i 는 수학식 4와 같이 계산될 수 있다.

[수학식 4]

$$E_i = (P_d - P_l) \times A_i - E_f - E_s$$

또한, 본 발명의 일 실시예에서는 디스크의 저전력 모드 전환 회수를 제한할 수 있으며, 이 경우 디스크는 동영상 재생 동안 저전력 모드 전환 제한 횟수 L 번 저전력 모드로 전환될 수 있다.

저전력 모드로 전환하여 전력 감소시키는 본 발명의 일 실시예에서는 x_i 및 L 에 의해 전력 감소 값이 결정될 수 있으며 디스크가 저전력 모드에 진입하는 시간을 정확하게 결정하는 것은 중요하다.

FSP - The Frame Selection Problem

본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 전환 설정 값 x_i 는 다음과 같이 결정될 수 있다. 먼저, $\sum_{j=1}^{j=Q} x_j \leq L$ 과

$x_i + \dots + x_{vi} \leq 1$ 의 조건을 만족하도록 설정하고, 모든 프레임 $f_i(i = 1, \dots, Nf)$ 에 대하여 $\sum_{j=1}^{j=Q} (x_j \times E_j)$ 가 최대 값을 가질 수 있도록 각각의 프레임에 대하여 $x_i(x_i = 0, 1)$ 을 결정 할 수 있다.

이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 프로그래밍(Dynamic programming)방법을 사용한 활동 선택 문제(Activity selection problem)를 이용한 *FSP*에 대한 최적(Optimal)의 선택 값을 도출하는 방법에 대해 설명하도록 한다.

$E_{i,j}^*$ ($i = 0, \dots, Q$ and $j = 1, \dots, L$)는 i^{th} 프레임인 f_i 가 디코딩되기 전에 에너지 감소의 합에 대한 최대치이고 이 때, j 에 의해 스핀다운 횟수를 제한할 수 있다. 또한, $E_{Q,L}^*$ 은 *FSP*에 의해 얻어질 수 있는 에너지 감소량 $\sum_{j=1}^{j=Q} (x_j \times E_j)$ 의 최대 값을 나타내도록 할 수 있다. 또한, $NS_{i,j}$ 은 $E_{Q,L}^*$ 에 대한 실제 디스크의 스핀 다운, 즉, 저전력 모드 전환 횟수를 나타내며, $NS_{i,j}$ 값은 j 보다 작도록 설정할 수 있다.

$X_{i,j}^*$ 는 디스크의 스핀 다운 횟수가 j 로 제한되었을 때, x_i 의 최적 값을 나타낸다. ($i = 0, \dots, Q$ and $j = 0, \dots, L$)

p_i 가 $v_{p_i+1} = 1$ 을 만족하는 프레임의 인덱스라고 하고 $x_i = 1$ 일 경우 f_{p_i} 는 $x_{p_i} = 1$ 을 만족 시킬 수 있는 가장 마지막 프레임일 수 있다. 여기서, 버퍼를 모두 채우는데 있어서, p_i+1 가 첫번째 프레임이라면, i 는 마지막 프레임이 될 수 있으며, p_i+1 프레임부터 i 프레임까지 버퍼에 선반입이 될 수 있다. 또한, 1 과 Q 사

이의 각 프레임 i 에 대해서, 다음 점화식을 통하여 $E_{i,j}^*$ 을 결정 할 수 있다.

$$E_{i,j}^* = \max(E_{i,j-1}^*, E_{i-1,j}^*, E_{p_i,j-1}^* + E_{p_i})$$

따라서, 본 발명의 일 실시예에서는, 각각의 동영상 프레임에 대하여 저전력 진입 여부를 결정하고 저전력 모드로 진입하는 회수를 제한하여, 저전력 모드로 진입에 의해 감소되는 총 에너지의 양을 최대화하여 버퍼 메모리에 동영상 데이터를 선반입할 수 있게 된다.

<시뮬레이션 결과>

본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 선반입 방법의 시뮬레이션을 위하여, 표 2와 같은 Fujitsu사의 2.5인치 하드디스크를 사용하였으며, 표 3과 같은 해상도와 재생 비트율을 갖는 동영상 데이터에 기초하여 시뮬레이션을 수행하였다.

표 2

하드디스크의 실제 사양

변수	값
스핀 업 동작에 소모되는 시간 (T_u)	2 s
스핀 다운 동작에 소모되는 시간 (T_d)	1.5 s
하드디스크의 평균 탐색 시간 (T_s)	12 ms
하드디스크의 평균 회전 지연 시간 (T_r)	11 ms
하드디스크의 대역폭 (E_d)	16.6 MB/s
활성 모드에서 소모되는 전력 (P_u)	1.9 W
탐색 과정에서 소모되는 전력 (P_s)	1.9 W
유휴 모드에서 소모되는 전력 (P_i)	0.6 W
저전력 모드에서 소모되는 전력 (P_l)	0.13 W
스핀 업 동작에 소모되는 에너지 (E_u)	5 J
스핀 다운 동작에 소모되는 에너지 (E_r)	2 J

표 3

시뮬레이션에 사용된 동영상 데이터의 사양

동영상 제목	해상도	평균 재생 비트율	재생 시간
Kim Yuna Ice Show	1280 X 720	483.6 KB/s	26분
White Out	720 X 304	258.1 KB/s	100분
Sherlock Holmes	480 X 272	124.9 KB/s	122분

또한, 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 선반입 방법을 시뮬레이션한 결과를 종래의 다른 선반입 방법에 의한 결과와 비교하여 도시한 그래프이다. 도 5a 내지 도 5c에서는 제한된 저전력 모드 진입 횟수와 DRAM 버퍼 사이즈 별로 시뮬레이션을 수행하였다.

도 5a 내지 도 5c에는, 표 3에 열거된 동영상에 대한 시뮬레이션 결과가 도시되어 있으며, 각각 평균 비트율과 해상도와 재생 시간에서 차이가 나는 동영상을 사용하여 시뮬레이션을 진행한 결과를 알 수 있다.

도 5a 내지 도 5c에서는 본 발명과 기존의 디스크 선반입 기법을 비교하기 위해 본 발명외에 3가지 선반입 모델

을 적용하여 시뮬레이션을 진행하였다. NP(No prefetching)은 일반적인 동영상 재생에 사용하는 기법으로 디스크가 저전력 모드로 진입하지 않으며, 전력 감소 또한 없다. SP(Simple prefetching)기법은 DRAM 버퍼가 가득 차게 되면 저전력 모드로 전환하게 되며, 디스크 스핀다운 제한 횟수 L 을 만족할 때까지 반복하게 된다. PB(Prefetching with a break-even time consideration)기법은 DRAM 버퍼 내의 전체 프레임들의 디코딩 시간이 저전력 모드로 전환하여 에너지 감소를 얻을 수 있는 시간(손익분기점)보다 크다면 저전력 모드로 전환하는 것이며, 디스크 스핀다운 제한횟수 L 을 만족할 때까지 반복한다. GP(Greedy Prefetching)기법은 모든 프레임들 집합 $SF = \{1, \dots, N_f\}$ 으로 만들어 각 프레임의 에너지 감소량 E_i 로 순차적으로 정렬하고, 모든 $x_i (i = 0, \dots, N_f)$ 에 대해 0으로 설정한다. 정렬된 E_i 중에서 가장 높은 값을 가진 전력 감소를 가진 프레임 h 의 E_h 를 선택하고 $x_h = 1$ 로 설정한다. $x_h = 1, x_{h+1} = 0, \dots, x_{h+D_h} = 0$ 으로 설정되기 때문에 프레임 h 부터 프레임 $h + D_h$ 까지 집합 SF 에서 삭제되며, 디스크 스핀 다운 제한 횟수 L 을 만족할 때까지 반복한다.

[0058]

SP, PB, GP, FSA 의 4가지 기법을 저전력 전환 제한 횟수 L 을 기반으로 도 5a의 'Kim Yuna Ice Show'에서 본 발명에서 제안하는 FSA 가 NP 와 비교하여 45%의 에너지 감소 다른 기법에 비해 가장 좋은 결과를 보였다. 결과에서 디스크 스핀다운 제한 횟수 L 의 증가에 따라 다른 증가치를 보이는데, 이는 FSA 기법을 통해 더 많은 저전력 모드 전환 기회를 갖게 되기 때문이다. GP 의 경우 x_h 을 선택하였을 때, $x_h = 1, x_{h+1} = 0, \dots, x_{h+D_h} = 0$ 으로 설정되어 SF 집합에서 해당 프레임들이 삭제되므로, 프레임 h 와 프레임 $h + D_h$ 사이의 프레임이 선택되었을 때, 더 전력 감소에 이익이 있다 하더라도 SF 집합에서 삭제되었으므로 선택할 수 없으며, 이로 인해 더욱 효율적인 저전력 모드 전환 기회는 줄어들게 된다. 어떠한 경우에 저전력 모드로 전환이 제한되기도 하는데, 예를 들어 DRAM 버퍼의 크기가 30MB일 때를 보면 L 의 횟수가 20을 넘으면서 더 이상의 전력 감소가 없는 것을 볼 수 있다. 이는 본 발명의 FSA 기법을 통해 구해진 최적의 전력 감소 결과를 얻을 수 있는 저전력 모드 전환 횟수가 L 보다 작은 경우로서 디스크의 최적의 전력 감소 효과와 최소한의 저전력 모드 전환으로 디스크의 신뢰성을 높일 수 있음을 확인할 수 있다.

[0059]

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 매커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.

[0060]

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.

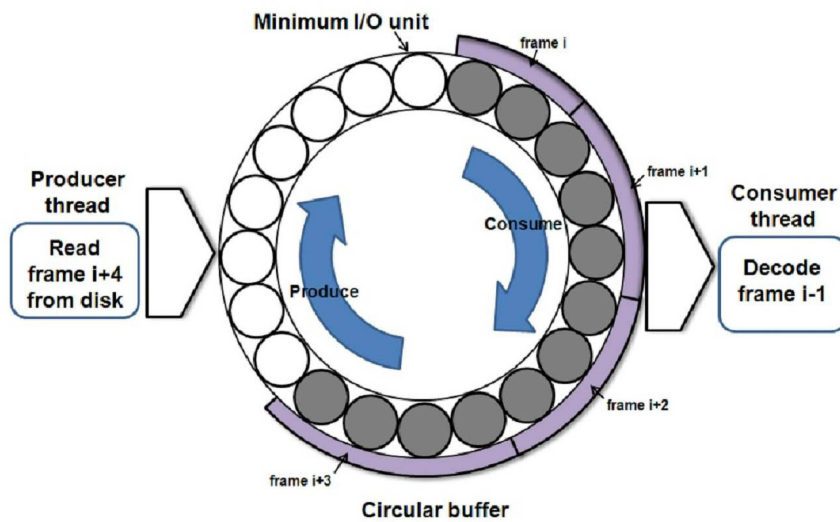
[0061]

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 것으

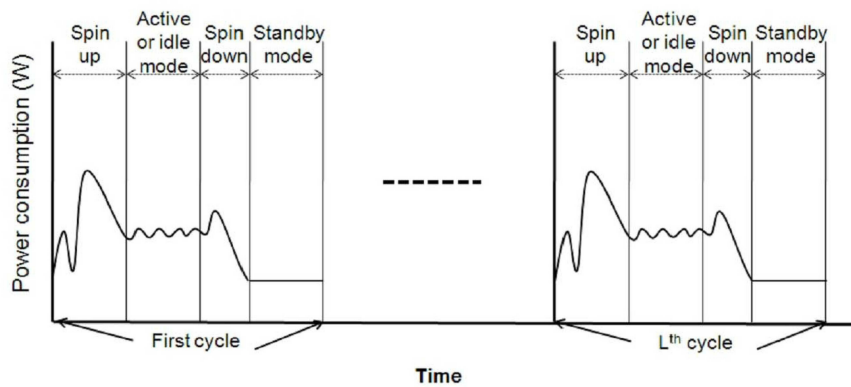
로 해석되어야 한다.

도면

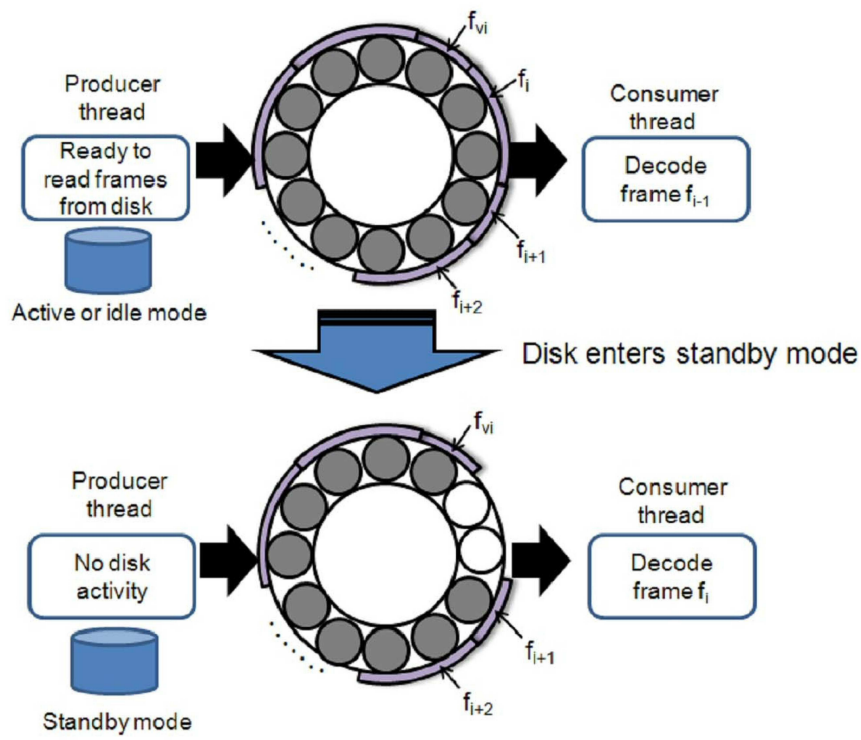
도면1



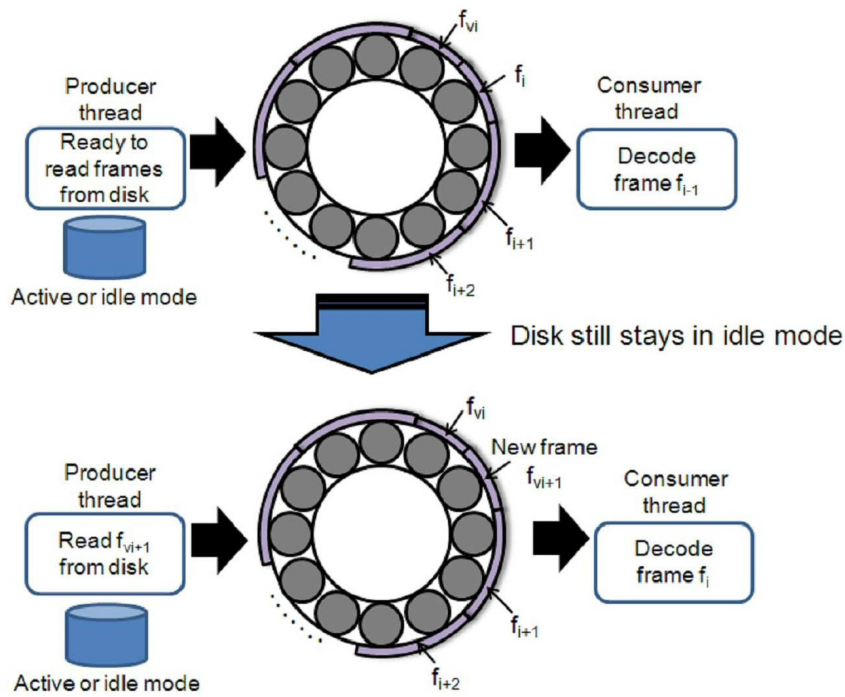
도면2



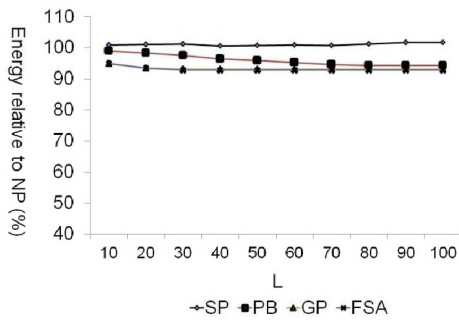
도면3



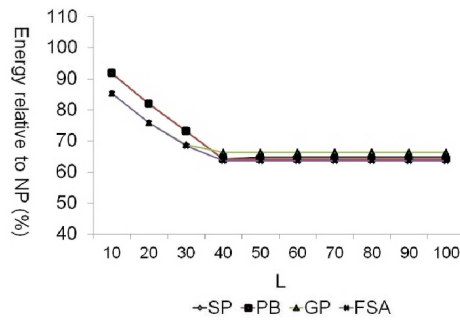
도면4



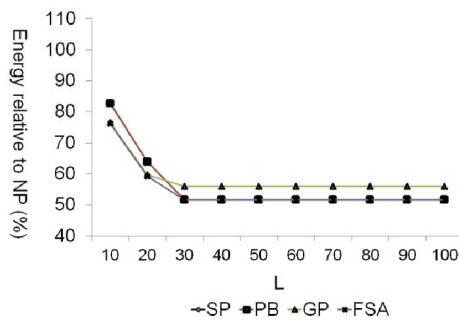
도면5a



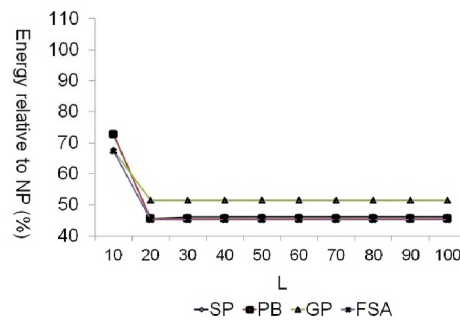
Kim Yuna Ice Show(DRAM Size 10MB)



Kim Yuna Ice Show(DRAM Size 20MB)

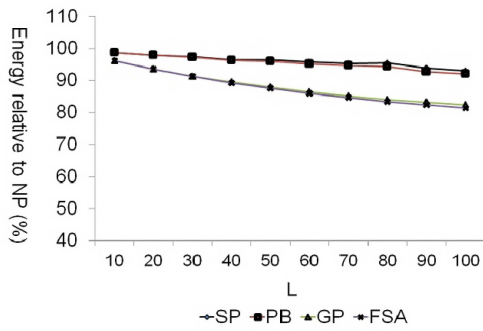


Kim Yuna Ice Show(DRAM Size 30MB)

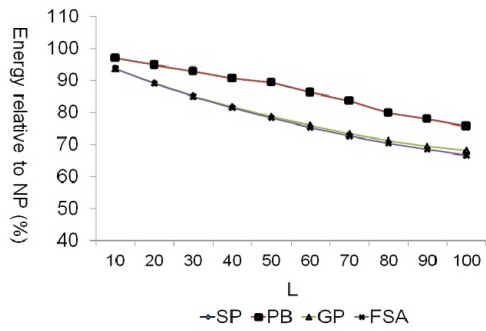


Kim Yuna Ice Show(DRAM Size 40MB)

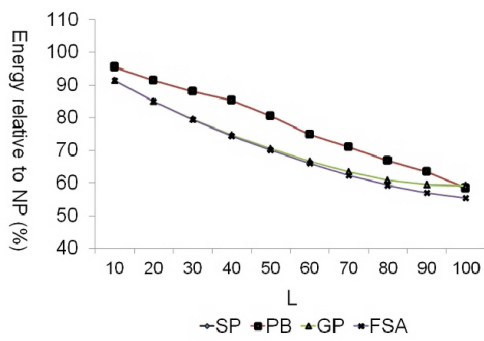
도면5b



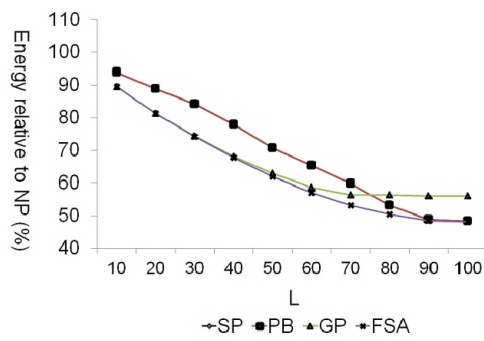
White Out(DRAM Size 8MB)



White Out(DRAM Size 12MB)

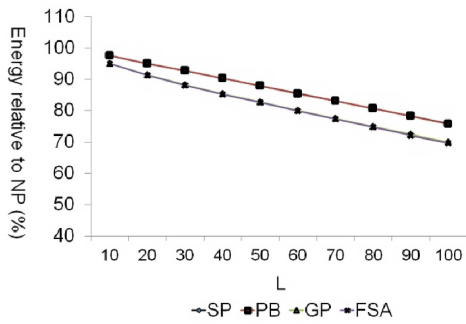


White Out(DRAM Size 16MB)

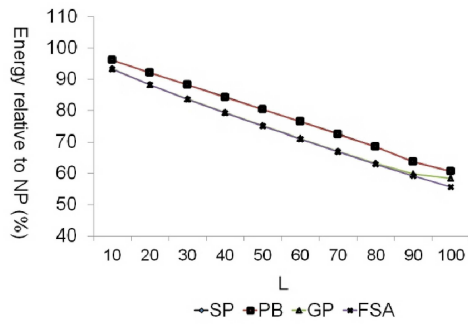


White Out(DRAM Size 20MB)

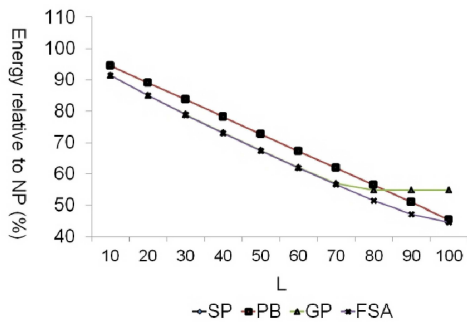
도면5c



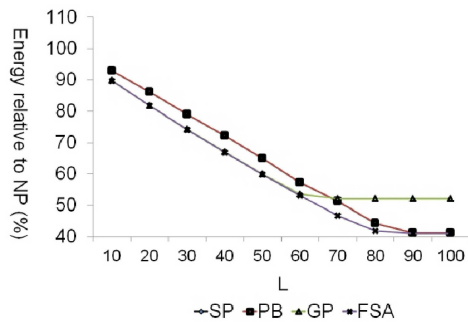
Sherlock Holmes(DRAM Size 6MB)



Sherlock Holmes(DRAM Size 8MB)



Sherlock Holmes(DRAM Size 10MB)



Sherlock Holmes(DRAM Size 12MB)