(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0061561
(43) 공개일자 2016년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/156 (2014.01) *H04N 19/30* (2014.01)
H04N 19/50 (2014.01)
(21) 출원번호 10-2014-0163785
(22) 출원일자 2014년11월21일
심사청구일자 2014년11월21일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
송민석
서울특별시 서초구 남부순환로 2311-12, 107동 402호(방배동 래미안방배아트힐아파트)
정현미
인천 남구 매소홀로438번길 8, 2동 304호 (학익동, 동진아파트)
(74) 대리인
양성보

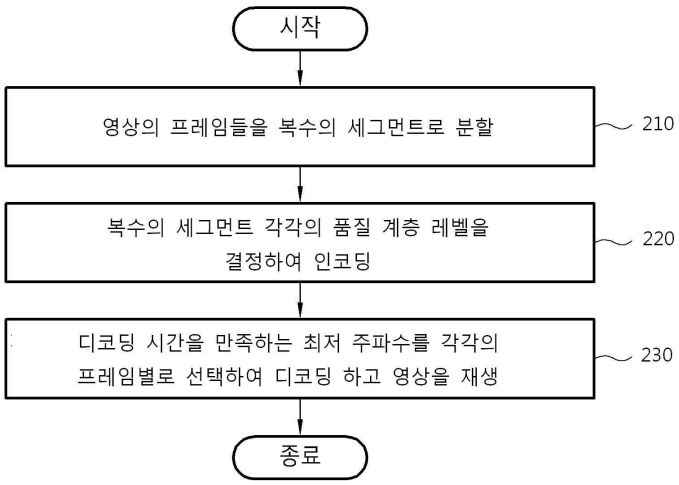
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법 및 시스템**

(57) 요 약

계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법 및 시스템이 개시된다. 영상의 프레임들을 복수의 세그먼트로 분할하는 단계; 상기 복수의 세그먼트를 각각 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 하는 단계; 디코딩 시간을 만족하는 최저 주파수를 각각의 상기 프레임 별로 선택하고, 비디오 디코더를 통해 각각의 상기 프레임을 디코딩 하여 상기 영상을 재생하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2012R1A1A2005787
부처명 교육과학기술부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 기초연구사업
연구과제명 멀티미디어 응용에서 사용자 인지 품질 향상을 고려한 시스템 레벨 전력 최적화 기법에 관한 연구
기 여 율 1/2
주관기관 인하대학교 산학협력단
연구기간 2012.05.01 ~ 2015.04.30이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 10035243
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
연구사업명 산업원천기술개발사업
연구과제명 CPS(Cyber Physical System)를 위한 콤포넌트 기반 설계이론 및 제어커널 개발
기 여 율 1/2
주관기관 서울대학교 산학협력단
연구기간 2011.03.01 ~ 2015.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법에 있어서,

영상의 프레임들을 복수의 세그먼트로 분할하는 단계;

상기 복수의 세그먼트를 각각 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 하는 단계;

디코딩 시간 내의 최저 주파수를 상기 프레임 별로 선택하고, 비디오 디코더를 통해 각각의 상기 프레임을 디코딩 하여 상기 영상을 재생하는 단계

를 포함하는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 세그먼트를 각각 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 하는 단계는

각 상기 복수의 세그먼트를 품질 측정 도구인 VQM(Video Quality Metric)을 통해 VQM 값을 계산하고 상기 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 하는 것

을 특징으로 하는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 세그먼트를 각각 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 하는 단계는

각 상기 세그먼트 별로 상기 VQM 값의 임계값을 설정하고, 상기 임계값을 넘지 않는 최소의 상기 품질 계층 레벨을 선택하여 인코딩 하는 것

을 특징으로 하는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프레임을 디코딩 하여 상기 영상을 재생하는 단계는

과거 프레임들의 디코딩 시간의 평균에 기반한 이동평균 예측기와 프레임 크기와 디코딩 시간의 상관관계를 나타내는 선형 상관관계 예측기를 이용하여 디코딩 시간을 예측하고, 미리 정해진 시간 내에 디코딩 하여 상기 영상을 재생하는 것

을 특징으로 하는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법.

청구항 5

계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 시스템에 있어서,

영상의 프레임들을 복수의 세그먼트로 분할하는 분할부;

상기 복수의 세그먼트 각각을 품질 측정 도구인 VQM(Video Quality Metric)을 통해 VQM 값을 계산하고 상기 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 하는 품질 계층 레벨 결정부; 및

디코딩 시간을 만족하는 최저 주파수를 각각의 상기 프레임 별로 선택하고, 비디오 디코더를 통해 각각의 상기 프레임을 디코딩 하여 상기 영상을 재생하는 영상 재생부

를 포함하는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법 및 시스템에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 CPU에 소비되는 전력을 감소시킬 수 있는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 사용자들은 최근 스마트폰, 태블릿 등과 같은 휴대용 멀티미디어 기기들의 보급으로 비디오 서비스를 편리하게 제공받을 수 있게 되었다. 이와 같이 멀티미디어 기기들이 발전함에 따라 사용자가 원할 때 장소나 시간에 구애받지 않고 영상의 재생이 가능해졌다. 이러한, 비디오 서비스는 반드시 재생을 위한 디코딩 과정을 거치게 되므로 결과적으로 많은 연산량을 요구한다. 그리고, 이는 CPU에 높은 소비 전력을 동반한다.

[0003] 이를 해결하기 위한 대표적인 방법은 CPU의 작업량에 따라서 전압과 주파수를 변경하는 동적 전압 및 주파수 조절 기법(DVFS)이 있다. 기존에 연구되었던 DVFS 기법들은 비디오의 디코딩 데드라인을 초과하지 않으면서 전력을 감소시키는데 초점을 맞췄으며, 이를 위해 디코딩 시간을 정확하게 예측하는 것은 매우 중요하다. 디코딩 시간 예측의 정확도가 낮으면 몇몇 문제들이 발생할 수 있다. 잘못된 디코딩 시간 예측으로 최적의 CPU가 선택되지 못하는 경우가 발생하게 되어 프레임들이 정해진 재생율보다 빠르게 디코딩을 마치게 되면 CPU의 유휴상태가 길어져 불필요한 전력 소비를 가져올 수 있다.

[0004] 따라서, 사용자가 비디오의 해상도, 품질 등의 서비스를 선호도에 따라 선택할 수 있도록 영상을 동적으로 인코딩 할 수 있는 계층적 비디오 코딩(Scalable Video Coding; SVC)이 있다. 그리고, 여러 SVC 코덱 가운데 뛰어난 효율성과 세 가지 확장성을 제공하는 H.264/SVC 코덱이 있다. 이러한, H.264/SVC 코덱은 다양한 해상도를 제공하는 공간적 확장성, 여러 프레임 율을 제공하는 시간적 확장성, 비디오의 계층들이 다양한 품질 레벨을 지닐 수 있게 제공해주는 품질 확장성이 있다. 이 중 품질 확장성을 활용하여 비디오가 재생될 때 높은 품질을 유지하기 위해 소비된 전력을 줄일 수 있다.

[0005] 한국등록특허 10-1106720호는 이러한 H. 264/SVC 동영상 재생 시 씨피유 전압을 동적으로 조절하는 방법에 관한 것으로, 동영상을 재생하는 경우 CPU(central processing unit)의 전압을 동적으로 조절하는 방법에 관한 기술을 기재하고 있다.

[0006] 그러나, 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법 및 디코딩 시간을 예측하는 방법은 제시되지 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 휴대용 재생 기기의 CPU 전력 관리 기법을 이용하여 사용자가 인지하지 못하거나 수용 가능한 범위 내에서 영상의 품질을 관리함으로써, CPU 전력 소비를 줄일 수 있는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법 및 시스템을 제공하는데 있다.

[0008] 본 발명의 실시예들에 따르면 새로운 디코딩 시간 예측 기법을 제시하여 최적의 CPU 주파수가 선택되게 함으로써, 높은 품질 및 온디맨드 거버너로 재생되던 휴대용 미디어 기기에서의 높은 소비 전력을 효과적으로 감소시킬 수 있는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법 및 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 일 측면에 따르면, 본 발명에서 제안하는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법에 있어서, 영상의 프레임들을 복수의 세그먼트로 분할하는 단계; 상기 복수의 세그먼트를 각각 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 하는 단계; 디코딩 시간을 만족하는 최저 주파수를 각각의 상기 프레임 별로 선택하고, 비디오 디코더를 통해 각각의 상기 프레임을 디코딩 하여 상기 영상을 재생하는 단계를 포함한다.

[0010] 다른 측면에 따르면, 상기 복수의 세그먼트를 각각 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 하는 단계는 상기 복수의

세그먼트 각각을 품질 측정 도구인 VQM(Video Quality Metric)을 통해 VQM 값을 계산하고 상기 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 할 수 있다.

[0011] 또 다른 측면에 따르면, 상기 복수의 세그먼트를 각각 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 하는 단계는 각각의 상기 세그먼트 별로 상기 VQM 값의 임계값을 설정하고, 상기 임계값을 넘지 않는 최소 품질 계층 레벨을 선택하여 인코딩 할 수 있다.

[0012] 또 다른 측면에 따르면, 상기 프레임을 디코딩 하여 상기 영상을 재생하는 단계는 이동평균 예측기와 선형 상관관계 예측기를 이용하여 디코딩 시간을 예측하고, 미리 정해진 시간 내에 디코딩 하여 상기 영상을 재생할 수 있다.

[0013] 또 다른 측면에 따르면, 본 발명에서 제안하는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 시스템에 있어서, 영상의 프레임들을 복수의 세그먼트로 분할하는 분할부; 상기 복수의 세그먼트 각각을 품질 측정 도구인 VQM(Video Quality Metric)을 통해 VQM 값을 계산하고 상기 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 하는 품질 계층 레벨 결정부; 및 디코딩 시간을 만족하는 최저 주파수를 각각의 상기 프레임 별로 선택하고, 비디오 디코더를 통해 각각의 상기 프레임을 디코딩 하여 상기 영상을 재생하는 영상 재생부를 포함한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예들에 따르면 휴대용 재생 기기의 CPU 전력 관리 기법을 이용하여 사용자가 인지하지 못하거나 수용 가능한 범위 내에서 영상의 품질을 관리함으로써, CPU 전력 소비를 줄일 수 있는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시예들에 따르면 새로운 디코딩 시간 예측 기법을 제시하여 최적의 CPU 주파수가 선택되게 함으로써, 높은 품질 및 온디맨드 거버너로 재생되던 휴대용 미디어 기기에서의 높은 소비 전력을 효과적으로 감소시킬 수 있는 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 두 가지 타입의 동영상의 재생에 따른 소비 에너지를 나타내는 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 평가 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0018] 본 발명은 스케일러블 비디오 코딩 기반의 멀티미디어 재생기에서 CPU에 소비되는 전력을 관리하기 위한 기법에 관한 것이다. 구체적으로, 비디오의 품질과 전력 소비간의 트레이드오프 관계를 이해하고, H.264/SVC의 품질 확장성을 통해 비디오가 여러 계층의 품질을 가질 수 있도록 인코딩할 수 있다. 이 비디오가 재생될 때 사용자가 인지하지 못하는 선에서 많은 프레임들이 가능한 낮은 품질로 재생되도록 하여 CPU의 전력 소비를 낮추는 것이다. 그리고 CPU의 소비 전력에 영향을 미치는 CPU 주파수 레벨을 조절하여 프레임 별 최적의 주파수가 선택되도록 할 수 있다.

[0019] 이를 위해, 본 발명은 비디오의 품질 변화와 무관하게 프레임들의 디코딩 시간을 정확하게 예측할 수 있는 기법에 관한 것으로, 미디어 재생기에서 소비되는 CPU 전력을 효과적으로 감소시킬 수 있도록 선택적 품질 및 CPU 주파수 선택 정책에 관한 것이다.

[0020] 미디어 플레이어에서의 비디오 디코딩 과정은 많은 연산을 필요로 한다. 이는 CPU로부터 높은 소비전력을 동반하게 되므로 디코딩 연산을 줄이는 것은 CPU에 소비되는 전력을 감소시킬 수 있다. 하지만 사용자 관점에서 비

디오 품질의 저하를 느낄 수 있다.

[0021] 본 발명에서는 H.264/SVC의 품질 확장성을 활용하여 새로운 CPU 전력 기법을 다음과 같이 제안할 수 있다. 첫째, 비디오 품질의 차이를 알기 위해 객관적 품질 측정 도구인 VQM(Video Quality Metric)을 사용할 수 있다. 얻어진 품질 차이 값을 바탕으로 계층적 비디오 코딩의 서로 다른 양자화 인자(QP, quality parameter)를 고려하여 비디오 재생 시 세그먼트별 서로 다른 품질이 선택되도록 하는 새로운 비디오 품질 모델을 제안할 수 있다.

[0022] 둘째, 각 프레임들은 정해진 시간 내에 디코딩되어야 한다. 이러한 디코딩 시간을 만족하는 최저 주파수를 각 프레임 별로 선택하기 위해서는 프레임의 디코딩 시간을 예측하여야 한다. 이전 디코딩 시간과 프레임 크기를 고려하여 선택적으로 융합한 방식의 새로운 디코딩 시간 예측 기법에 기반한 새로운 동적 전압 기법을 제안할 수 있다.

[0023] 제안한 기법을 최신 스마트폰에서 구현하였고, 사용자 평가를 진행하여 체감 품질에 대한 정보를 얻었다. 제안한 기법을 실제 측정에 적용하였을 때 리눅스 동적 전압 및 주파수 조절(DVFS, Dynamic Voltage and Frequency Scaling) 거버너에 비해 약 34%의 에너지 감소를 보였고, 사용자 평가를 통해 실험 영상의 품질 하락을 인지하지 못하거나 용인될 수 있을 정도의 품질 저하였음을 확인할 수 있다.

[0024] 다시 말하면, 본 발명은 휴대용 미디어 기기에서 비디오 재생 시에 소비되는 전력을 줄이기 위해 H.264/SVC의 품질 확장성이 적용된 비디오를 세그먼트 단위로 나누고, 각 세그먼트별 가지고 있는 계층들은 객관적 품질 측정 툴인 VQM을 이용하여 품질의 차이의 값을 얻을 수 있다. 이 값은 특정 임계값보다 낮을 경우 낮은 품질이 선택되고, 그렇지 않을 경우 높은 품질을 선택할 수 있다.

[0025] 또한, 프레임마다 주어진 디코딩 데드라인을 최대한 사용할 수 있게 최적의 CPU 주파수가 선택되도록 할 수 있다. 이를 위해, 디코딩 시간을 예측하는 것이 필요하므로 품질이 변화하는 비디오의 디코딩 시간을 예측하기 위해 이전 디코딩 시간과 프레임 크기를 선택적으로 융합한 디코딩 시간 예측 기법에 기반한 새로운 동적 전압 기법을 적용하여 휴대용 미디어 기기에서의 소비되는 전력을 최소화할 수 있다.

[0026] 스케일러블 비디오 코딩의 품질 확장성은 양자화 변수(Quality Parameter; QP) 값을 이용하여 한 비디오에서 여러 계층의 품질 레벨을 생성할 수 있다. QP 값의 경우 최대 품질 1에서 50 사이의 값들을 선택할 수 있으며, QP 값이 클수록 비트율은 낮아지게 되어 비디오의 품질은 떨어지고, 디코딩 과정에 소요되는 시간은 줄어든다. 따라서, QP 값이 클수록 디코딩 데드라인을 만족시키기 위해서 낮은 주파수가 선택될 수 있지만 품질이 저하된다. 이에 비해 QP값이 작을수록 높은 주파수를 선택하여야 하나, 비디오의 품질은 향상된다.

[0027] 이러한 품질 확장성을 활용하여 한 비디오 내에 N^q 개의 품질 계층 레벨을 가질 수 있도록 인코딩 할 수 있다. 인코딩 된 영상을 가지고 여러 품질이 선택되어 재생될 때 사용자가 품질 변화를 인지하지 못하도록 프레임들을 N^s 개의 세그먼트로 분리할 수 있다. 세그먼트 별 품질 계층의 품질 차이를 VQM이라고 하는 객관적 품질 측정 툴을 이용하여 구할 수 있다. 출력되는 VQM의 값이 가장 높은 품질과 가까울수록 0에 가까운 값이 출력되며, 이 값들은 0부터 1사이의 범위 내에 출력될 수 있다.

[0028] 비디오 디코더는 영상의 재생률에 따라 각 프레임을 디코딩 하게 된다. 예를 들어, 25fps(frame per second)의 재생률을 갖는 영상의 경우 매 40ms 마다 하나의 프레임을 디코딩해야 영상의 끊김이나 지연을 막을 수 있다.

[0029] 본 발명에서는 영상이 N_v 개의 프레임들을 가지고 있고, 비디오 디코더는 r fps의 재생률로 영상을 디코딩 한다고 가정하기로 한다. 그리고, T_p 는 한 프레임의 디코딩 주기이고, 이는 $\frac{1}{r}$ 과 같다.

[0030] CPU는 N_f 개의 주파수 레벨을 지원하고, 주파수 레벨 k 에서의 동작 주파수는 f_k 이다 $(k=1,\cdots,N_f)$. 따라서, $k<m$ 일 때, $f_k<f_m$ 이고, f_{N_f} 은 가장 높은 레벨의 CPU 주파수를 의미할 수 있다. 이러한 CPU 주파수는 비디오의 프레임들은 정해진 디코딩 주기 내에서 디코딩하는 시간을 최대한 활용할 수 있는 최적의 레벨이 선택되어야 불필요한 에너지 소비를 줄일 수 있다. 최적의 주파수 레벨을 선택하기 위해서 정확한 디코딩 시

간 예측이 필요하다.

[0031] 본 발명에서는 이전 디코딩 시간과 프레임 크기를 선택적으로 융합한 디코딩 시간 예측 기법을 제안할 수 있다. 이렇게 제안된 기법들을 최신 스마트폰에 포팅하여 실험 비디오들에 대한 전력 측정이 수행되었고, 사용자 평가를 통해 실제 사용자들이 느끼는 품질에 대해 조사함으로써 본 발명의 효용성에 대해 검증할 수 있다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 시스템을 나타내는 블록도이다.

[0033] 도 1을 참조하면, 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 시스템(100)은 분할부(110), 품질 계층 레벨 결정부(120), 그리고 영상 재생부(130)를 포함할 수 있다.

[0034] 분할부(110)는 영상의 프레임들을 복수의 세그먼트로 분할할 수 있다.

[0035] 품질 계층 레벨 결정부(120)는 상기 복수의 세그먼트 각각을 품질 측정 도구인 VQM(Video Quality Metric)을 통해 VQM 값을 계산하고 상기 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 할 수 있다.

[0036] 영상 재생부(130)는 디코딩 시간을 만족하는 최저 주파수를 각각의 상기 프레임 별로 선택하고, 비디오 디코더를 통해 각각의 상기 프레임을 디코딩 하여 상기 영상을 재생할 수 있다.

[0037] 이에 대한 구체적인 설명은 아래에서 계속하기로 한다.

[0038] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0039] 단계(210)에서, 계층적 비디오 코딩의 품질 확장성을 활용한 전력 관리 시스템의 분할부는 영상의 프레임들을 복수의 세그먼트로 분할할 수 있다.

[0040] 단계(220)에서, 품질 계층 레벨 결정부는 상기 복수의 세그먼트 각각의 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 할 수 있다.

[0041] 여기서, 품질 계층 레벨 결정부는 상기 복수의 세그먼트 각각을 품질 측정 도구인 VQM(Video Quality Metric)을 통해 VQM 값을 계산하고 상기 품질 계층 레벨을 결정하여 인코딩 할 수 있다.

[0042] 또한, 품질 계층 레벨 결정부는 각각의 상기 세그먼트 별로 상기 VQM 값의 임계값을 설정하고, 상기 임계값을 넘지 않는 최소 품질 계층 레벨을 선택하여 인코딩 할 수 있다.

[0043] 단계(130)에서, 영상 재생부는 디코딩 시간을 만족하는 최저 주파수를 각각의 상기 프레임 별로 선택하고, 비디오 디코더를 통해 각각의 상기 프레임을 디코딩 하여 상기 영상을 재생할 수 있다.

[0044] 여기서, 상기 프레임을 디코딩 하여 상기 영상을 재생하기 위해 이동평균 예측기와 선형 상관관계 예측기를 이용하여 디코딩 시간을 예측하고, 미리 정해진 시간 내에 디코딩 하여 상기 영상을 재생할 수 있다.

[0045] 위에서 언급한 바와 같이, 본 발명에서는 VQM 값의 임계값 L을 설정하여, 전력과 비디오 품질의 균형을 위해서, 임계값을 넘지 않는 최소 품질 레벨을 선택할 수 있다.

[0046] 총 N^q개의 품질 레벨을 갖는 비디오를 인코딩 하였다고 가정하기로 한다. 품질 레벨 m, $(1,...,N^q)$에서 $j,(j=1,2,...,N^s)$번째 세그먼트의 VQM 값을 $VQM_{j,m}$라 하면, 영상이 재생될 때 세그먼트 j에서 선택되는 품질 레벨을 Q_j은 다음 식과 같이 계산될 수 있다.

[0047] [수학식 1]

[0048] $$Q_j = \arg min_m(VQM_{j,m} \leq L)$$

[0049] 품질 레벨을 상기와 같은 방법에 의해서 구하고, 본 발명에서 제안하는 디코딩 시간 예측은 다음과 같이 나타낼 수 있다. 프레임 크기와 디코딩 시간의 상관관계를 활용한 선형 상관관계 예측기와, 과거 프레임들의 디코딩 시간의 평균에 기반한 이동평균 예측기를 혼합해서 새로운 디코딩 시간 예측기법을 제안할 수 있다.

[0050] 먼저, A_i를 프레임 i 디코딩 직전, 프레임 i의 프레임 타입(I,P 또는 B)의 최근 N^w개의 디코딩 시간들을 기록한 배열이라고 가정할 수 있다. 프레임 n의 크기를 s_n라 하고, d_n을 프레임 n에서 측정된 실제 디코딩 시간을 최저주파수 레벨 1로 정규화한 시간이라고 할 수 있다. 선형 상관관계 예측기는 다음 프레임 i의 최저 주파수 레벨 1에서 디코딩된 시간 e_i^{LR}을 다음 식과 같이 계산할 수 있다.

[0051] [수학식 2]

[0052] $$e_i^{LR} = \alpha_i s_i + \beta_i$$

[0053] 여기서, α_i와 β_i는 다음 식과 같이 구할 수 있다.

[0054] [수학식 3]

[0055] $$\alpha_i = \frac{\sum_{n \in A_i} (d_n - b)(s_n - a)}{\sum_{n \in A_i} (s_n - a)^2}$$

[0056] [수학식 4]

[0057] $$\beta_i = b - a\alpha_i$$

[0058] 이때, a는 최근 N^w개의 프레임들의 크기에 대한 평균값을 나타내며, b는 실제 디코딩된 시간의 평균값으로 다음 식과 같이 계산하여 나타낼 수 있다.

[0059] [수학식 5]

[0060] $$a = \frac{\sum_{n \in A_i} s_n}{N^w}$$

[0061] [수학식 6]

[0062] $$b = \frac{\sum_{n \in A_i} d_n}{N^w}$$

[0063] 이때, 이동평균 예측기는 다음 프레임 i의 최저 주파수 레벨 1에서 디코딩된 시간 e_i^{MA}를 다음 식과 같이 계산하여 나타낼 수 있다.

[0064] [수학식 7]

[0065] $$e_i^{MA} = \frac{\sum_{n \in A_i} d_n}{N^w}$$

[0066] 본 발명에서는 선형 상관관계 예측기와 이동평균 예측기를 혼합해서 사용하며, 각 프레임 타입별 과거 디코딩된 시간의 오차율에 근거하여, 각 방법에 가중치를 두어서 다음의 디코딩 시간을 예측할 수 있다.

[0067] 프레임 i 디코딩 직전, 프레임 i의 프레임 타입(I,P 또는 B)의 최근 디코딩 시간과 실제 디코딩 시간의 차이 값

을 최저 주파수를 정규화한 값의 선형 상관관계 예측기에서 구해진 오차를 D_i^{LR}라고 하고, 이동평균 예측기의 오차를 D_i^{MA}라고 가정하기로 한다. 제안한 방법에서는 최저 주파수 레벨 1에서의 프레임 i의 디코딩 시간 $e_i(1)$을 다음 식과 같이 예측할 수 있다.

[0068] [수학식 8]

[0069] $$e_i(1) = \frac{D_i^{MA}}{D_i^{LR}+D_i^{MA}} e_i^{LR} + (1 - \frac{D_i^{MA}}{D_i^{LR}+D_i^{MA}}) e_i^{MA}$$

[0070] 그리고, D_i^{MA}와 D_i^{LR}은 다음 식과 같이 계산하여 나타낼 수 있다.

[0071] [수학식 9]

[0072] $$D_i^{LR} = \frac{\sum_{n \in A_i} |d_n - e_n^{LR}|}{N^w}$$

[0073] [수학식 10]

[0074] $$D_i^{MA} = \frac{\sum_{n \in A_i} |d_n - e_n^{MA}|}{N^w}$$

[0075] 각 프레임을 디코딩하기 전, 디코딩 시간의 데드라인을 만족하는 최적의 CPU 주파수 레벨을 선택하면 불필요한 에너지 소비를 줄일 수 있다. 최적의 CPU 주파수 레벨을 선택하기 위해 본 발명에서 제안한 디코딩 시간 예측 기법을 이용하여 다음 식에 의해 주파수 레벨을 구할 수 있다.

[0076] 주어진 재생기는 N^f개의 주파수를 갖는다고 가정하기로 한다. 주파수 레벨이 k일 때의 실제 주파수를 f_k라 하면, 최저 주파수의 레벨이 1일 때의 실제 주파수를 f_1이 될 수 있다. 주파수와 실행 시간은 반비례 관계를 가지므로, 주파수 레벨 $k \ \ (k = 1,...,N^f)$에서 프레임 i의 디코딩 시간 $e_i(k)$는 다음 식과 같이 계산될 수 있다.

[0077] [수학식 11]

[0078] $$e_i(k) = \frac{f_1}{f_k} e_i(1)$$

[0079] 그리고, 디코딩 주기를 T라고 할 때, 모든 프레임은 T내에 디코딩이 완료되어야 한다. CPU 소모 전력을 줄이기 위해서 가능한 최저 주파수를 선택하여야 하므로 다음 프레임 i재생 시 선택되는 주파수 레벨 F_i는 다음 식 같이 계산하여 나타낼 수 있다.

[0080] [수학식 12]

[0081] $$F_i = \mathrm{argmin}_k(e_i(k) \leq T)$$

[0082] 상기와 같이 제안한 기법들을 Open SVC deocoder가 탑재된 Mplayer에 구현하였으며, 이를 스마트폰에 포팅하여 ITU-R BT500에서 권고하는 주관적 품질 평가 방법 중 DSCQS(Double Stimulus Continuous Quality Scale) 방식을 선택하여 사용자 평가를 진행할 수 있다.

[0083] 일례로, 15명의 지원자를 대상으로 제안한 기법이 적용된 동영상과 품질 및 온디맨드 거버너를 이용한 원본 동

영상과의 체감 품질에 대한 평가를 실시하였다.

[0084] 원본 영상과 처리 과정을 거친 영상을 무작위로 A, B영상으로 정하고, 2회 반복하여 재생할 수 있다. 지원자들은 영상이 2회 반복 될 때부터 평가를 할 수 있다. 점수의 범위를 excellent, good, fair, poor, bad의 다섯 구간으로 나누어 지원자가 체감하는 구간에 표시를 할 수 있다. 그 결과, A와 B영상의 차이 값을 수집하였다.

[0085] 본 발명에서 제안하는 CPU 전력 감소 기법의 효율을 검증하기 위한 전력 측정, 디코딩 정확도 비교와 사용자 평가를 실시하였다. 실험에 사용된 플랫폼은 안드로이드 4.1.2 버전의 삼성 갤럭시 S3 스마트폰 모델이다. 이 기기는 최저 주파수 200MHz, 최고 주파수 1400MHz를 포함한 8개의 주파수를 지원할 수 있다. 두 가지 다른 타입의 H.264/SVC 동영상을 3분간 재생하여 실험에 이용하였다.

[0086] 표 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 두 가지 타입의 동영상 정보를 나타내는 표이다.

표 1

Video type		Animation	Sports
Resolution		480×320	
Fps		20	
GOP		16	
Bit rate	QP28	616.3KB/s	828.7KB/s
	QP42	220.1KB/s	293.8KB/s

[0087]

[0088] 동영상은 24fps로 인코딩 되었으므로 $T_p = 41.6ms$ 이다. 한 세그먼트를 이루는 프레임 수는 96으로 설정하였고, 이는 영상에서 4초에 해당하는데 이는 사용자들이 이정도 시간간격으로 변화하는 품질은 무시하는 경향이 있다는 기존연구를 참조하였다.

[0089] 표 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 예측 모델별 실제 디코딩 시간과의 차이에 대한 절대 값의 평균을 나타내는 표이다.

표 2

GOP	mean absolute error					
	Animation			Sports		
	Our scheme	Linear regression	Moving average	Our scheme	Linear regression	Moving average
I	4.01 (ms)	10.23 (ms)	11.32 (ms)	0.30 (ms)	10.04 (ms)	6.70 (ms)
P	6.56 (ms)	7.39 (ms)	8.91 (ms)	0.62 (ms)	11.41 (ms)	4.60 (ms)
B	4.47 (ms)	6.60 (ms)	4.96 (ms)	0.42 (ms)	6.72 (ms)	4.43 (ms)

[0090]

[0091] 표 2를 참조하면, 본 발명에서 제안하는 디코딩 시간 예측 기법의 정확성을 검증하기 위해 제안하는 방법과 선형 상관관계 예측기와 이동 평균 예측기의 정확도를 비교할 수 있다. 그 결과, 표 2는 예측 모델별 실제 디코딩 시간과의 차이에 대한 절대 값의 평균을 나타낸다.

[0092] 실험 결과, 모든 실험 동영상에서 제안한 방식의 예측 기법이 다른 예측 모델에 비해 높은 정확도를 보였다. 이처럼 검증된 디코딩 시간 예측 기법을 통해 최적의 CPU 주파수를 선택하고, 이 기법들이 CPU에 미치는 전력 감소 효과를 검증하기 위해 Monsoon Solutions Inc. 사의 디지털 멀티미터(digital multimeter)인 Power Monitor FTA22H-05를 사용하여 전력을 측정하였다. CPU, 메모리 등과 같은 시스템을 구성하는 다양한 디바이스들의 주파수들은 서로 영향을 끼치므로, 본 실험에서는 한 개의 디바이스에서 소모된 전력이 아닌 스마트폰 전체에서 소모된 전력을 측정하였다.

[0093] 측정을 위해 스마트폰의 밝기를 중간 값으로 고정하였으며, 많은 스마트폰에서 사용되는 온디맨드 거버너와 제안한 기법을 비교하였다.

[0094] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 두 가지 타입의 동영상의 재생에 따른 소비 에너지를 나타내는 그래프이다.

[0095] 도 3을 참조하면, 동영상 재생을 반복하여 측정한 평균값을 바탕으로 L 값에 따른 각 소비전력을 비교한 결과이다.

[0096] 더 구체적으로, 애니메이션과 스포츠의 두 가지 비디오를 높은 품질 및 온디맨드 거버너로 재생하였을 때와 임계값(L)에 따른 품질 선택 및 최적의 CPU를 사용하여 재생하였을 때의 소비된 에너지를 비교한 결과를 나타낸 것이다.

[0097] 전반적으로 제안한 기법이 온디맨드 거버너를 사용했을 때 보다 약 21%에서 34% 더 절감된 것을 알 수 있다. 온디맨드 거버너와 비교하여 애니메이션의 경우, 약 최소 21%에서 최대 31%의 소비 전력 감소 효과를 보였고, 스포츠의 경우, 최소 약 22%에서 최대 34%의 소비 전력 감소 효과를 나타냈다.

[0098] 표 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 L 값에 따른 품질 인덱스별 선택된 세그먼트의 수를 나타내는 표이다.

표 3

[0099]

L	Animation		Sports	
	Quality level 1	Quality level 2	Quality level 1	Quality level 2
	QP=42	QP=28	QP=42	QP=28
0.25	16	29	8	37
0.27	20	25	23	22
0.33	39	6	38	7

[0100] 이는, L 값이 증가할수록 영상의 많은 세그먼트들이 낮은 품질로 재생되므로, 재생 기기에서의 소비 전력이 감소되었다. L 값에 따른 품질 인덱스별 선택된 세그먼트의 수는 표 3에 도시된 것과 같이 나타낼 수 있다.

[0101] 위에서 제안한 기법들의 효과를 검증하였고, 사용자들을 대상으로 원본 영상과 제안한 기법들이 처리된 영상을 번갈아 재생시켰을 때, 느껴지는 품질 차이에 대해 조사하였다.

[0102] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 평가 결과를 나타낸 그래프이다.

[0103] 도 4를 참조하면, 애니메이션과 스포츠 두 가지 비디오를 제안한 기법이 적용된 비디오와 원본 비디오를 비교한 사용자 평가에서 사용자 체감 품질 차이를 나타낸 그래프를 확인할 수 있다.

[0104] 사용자 평가를 진행한 결과, L 값이 0.25일 때 지원자의 20%가 원본 동영상과 실험 동영상에 같은 점수를 부여하여 차이가 없다고 평가하였다. 그리고, 지원자의 80%는 20이하 품질 차이가 난다고 평가하였다.

[0105] 또한, L 값이 0.27일 때 지원자의 20%가 원본 동영상과 실험 동영상의 품질 차이가 전혀 나지 않는다고 평가하였고, 지원자의 90%가 20이하의 품질 차이 점수를 나타내었다. 마지막으로, L 값이 0.33일 때 실험자의 50%가 10이하의 품질의 차이가 난다고 평가하였다.

[0106] 따라서, 본 발명에서 휴대용 재생 기기의 CPU 전력 소비를 줄이기 위해 제안하는 새로운 CPU 전력 관리 기법에 따르면, 사용자가 인지하지 못하거나 수용 가능한 범위 내에서 영상의 품질을 관리하고, 새로운 디코딩 시간 예측 기법을 제시하여 최적의 CPU 주파수가 선택되게 함으로써 높은 품질 및 온디맨드 거버너로 재생되던 휴대용 미디어 기기에서의 높은 소비 전력을 효과적으로 감소시킬 수 있다.

[0107] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0108] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

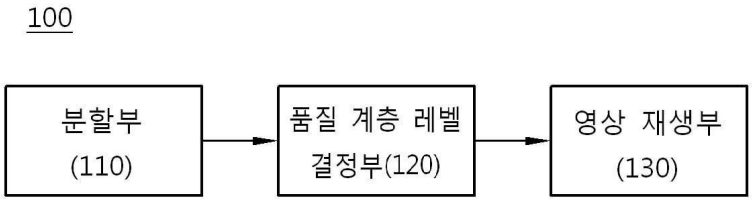
[0109] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0110] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

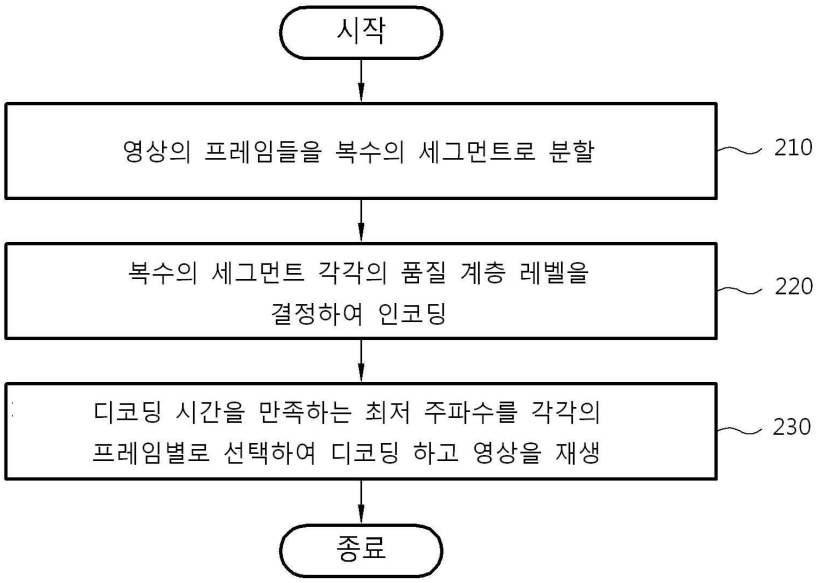
[0111] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

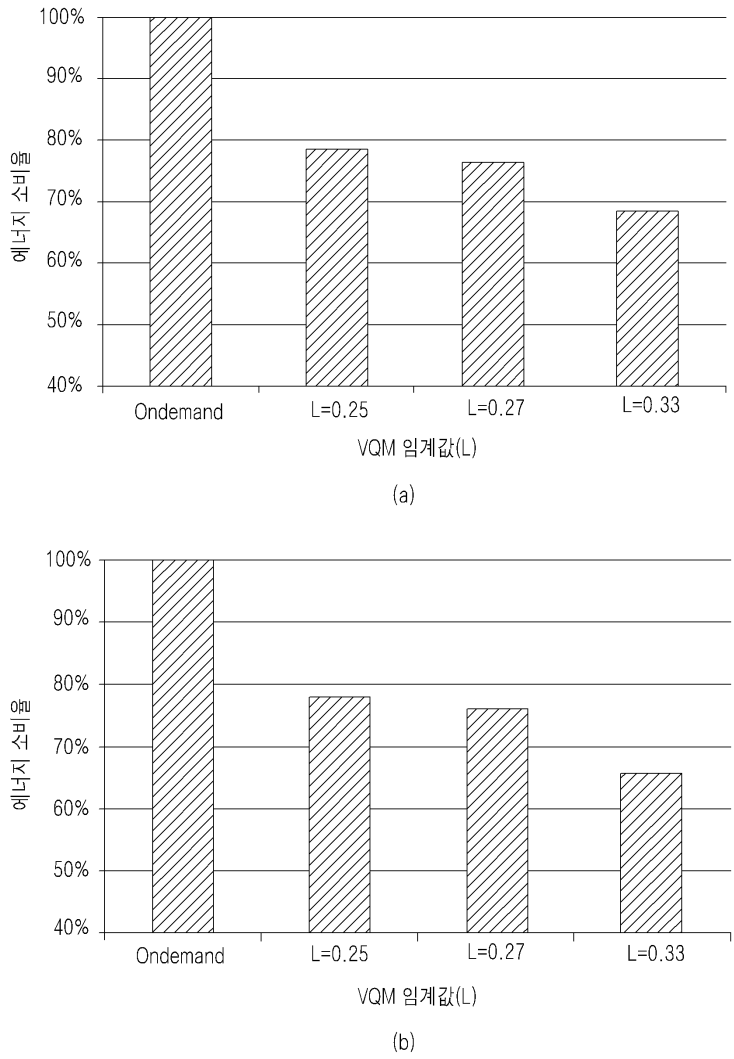
도면1


100
분할부
(110)
품질 계층 레벨
결정부(120)
영상 재생부
(130)

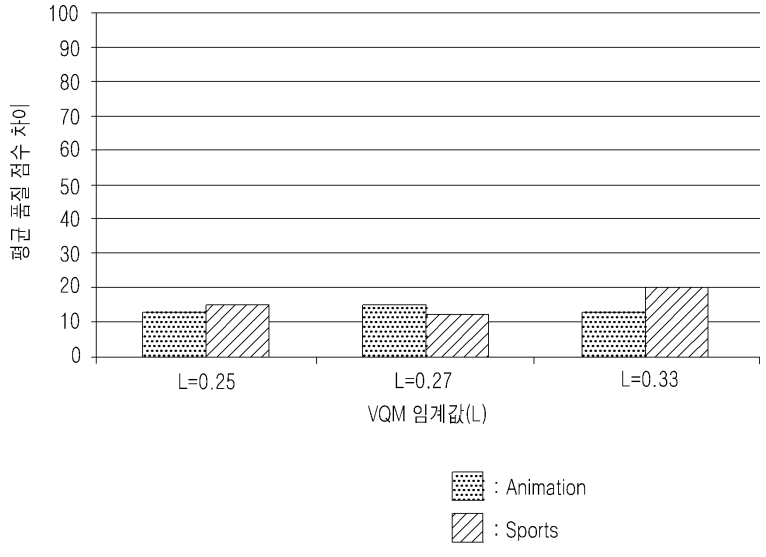
도면2


시작
영상의 프레임들을 복수의 세그먼트로 분할
210
복수의 세그먼트 각각의 품질 계층 레벨을
결정하여 인코딩
220
디코딩 시간을 만족하는 최저 주파수를 각각의
프레임별로 선택하여 디코딩 하고 영상을 재생
230
종료

도면3


100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
에너지 소비율
Ondemand
L=0.25
L=0.27
L=0.33
VQM 임계값(L)
(a)
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
에너지 소비율
Ondemand
L=0.25
L=0.27
L=0.33
VQM 임계값(L)
(b)

도면4


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
평균 품질 점수 차이
L=0.25
L=0.27
L=0.33
VQM 임계값(L)
: Animation
: Sports