



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월15일

(11) 등록번호 10-2045229

(24) 등록일자 2019년11월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)	(73) 특허권자
<i>H04N 21/2662</i> (2011.01) <i>H04N 21/414</i> (2011.01)	인하대학교 산학협력단
<i>H04N 21/462</i> (2011.01)	인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(52) CPC특허분류	(72) 발명자
<i>H04N 21/2662</i> (2013.01)	송민석
<i>H04N 21/41407</i> (2013.01)	서울특별시 서초구 남부순환로 2311-12, 107동 402호(방배동 래미안방배아트힐아파트)
(21) 출원번호 10-2018-0090303	김규환
(22) 출원일자 2018년08월02일	경기도 시흥시 인선길 77, 241동 501(장곡동, 매꿀마을삼성아파트)
심사청구일자 2018년08월02일	(74) 대리인
(56) 선행기술조사문헌	양정보
KR101525965 B1*	
KR1020170101193 A*	
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌	

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 김건우

(54) 발명의 명칭 모바일 스트리밍에서 소모 전력을 제한하면서 사용자 인지 품질을 최대화하는 비트율 선택 방법

(57) 요약

DASH 환경에서 비트 전송률에 대한 전력 모델을 모델링하고 이를 이용하여 주어진 에너지 한도에 맞게 비디오 품질을 극대화하는 기술에 관한 것이다. DASH 스트리밍 플랫폼에서 비트율에 따른 전력량과 영상의 평균 밝기를 측정하여 비트율에 대한 전력량 모델을 모델링하고 이를 이용하여 에너지 한도가 주어졌을 때 비디오 품질을 최대화하는 최적 비트율을 선택하는 알고리즘을 제공한다.

대표도 - 도5

```

1: Temporary variables:  $i$ ,  $m$  and  $k$ ;
2: for  $i = 0$  to  $N_{seg}$  do
3:   for  $m = 0$  to  $E_{limit}$  do
4:      $Q_{i,m}^{max} \leftarrow 0$ ;
5:   end for
6: end for
7: for  $m = E_{1,1}$  to  $E_{limit}$  do
8:    $Q_{1,m}^{max} = \max_{j \in \{j | E_{i,j} \leq m\}} Q_{1,j}$ ;
9:    $Q_{1,m}^{level} = \arg \max_{j \in \{j | E_{i,j} \leq m\}} Q_{1,j}$ ;
10: end for
11: for  $i = 1$  to  $N_{seg}$  do
12:   for  $m = 1$  to  $E_{limit}$  do
13:      $Q_{i,m}^{max} \leftarrow Q_{i,m-1}^{max}$ ;
14:     for  $j = 1$  to  $N_{br}$  do
15:       if  $m - E_{i,j} \geq 0$  then
16:         if  $Q_{i,m}^{max} < Q_{i-1,m-E_{i,j}} + Q_{i,j}$  then
17:            $Q_{i,m}^{max} \leftarrow Q_{i-1,m-E_{i,j}} + Q_{i,j}$ ;
18:            $Q_{i,m}^{level} \leftarrow j$ ;
19:         end if
20:       end if
21:     end for
22:   end for
23: end for
24:  $i \leftarrow N_{seg}$ ;
25:  $m \leftarrow E_{limit}$ ;
26: while  $i > 0$  do
27:    $B_i \leftarrow Q_{i,m}^{level}$ ;
28:    $i \leftarrow i - 1$ ;
29:    $m \leftarrow m - E_{i,B_i}$ ;
30: end while

```

(52) CPC특허분류

H04N 21/4621 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2017M3C4A7080248

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 원천기술개발사업 (차세대정보컴퓨팅기술개발사업)

연구과제명 클라우드 환경에서 콘텐츠 및 사용자 속성을 고려한 저전력 멀티미디어 시스템 SW 개발

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교

연구기간 2018.03.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2015R1D1A1A01058646

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구사업 (기본연구지원사업)

연구과제명 동적 스트리밍 환경에서 전력 관리 기법에 관한 연구

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교

연구기간 2015.11.01 ~ 2018.10.30

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터 시스템에서 실행되는 비트율 선택 방법에 있어서,

DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) 환경에서 비트율에 따라 클라이언트에서 소모되는 전력량을 측정하여 비트율에 대한 전력량 모델을 모델링하는 단계; 및

클라이언트로부터 에너지 한도 값이 주어지면 상기 전력량 모델을 이용하여 소모 전력량이 상기 에너지 한도 값을 넘지 않으면서 비디오 품질을 최대로 하는 비트율을 선택하는 단계

를 포함하고,

상기 선택하는 단계는,

동적 프로그래밍 기법을 이용하여 비디오의 각 세그먼트에 대해 최대 비디오 품질을 가지는 비트율을 선택하는 것으로,

상기 세그먼트의 첫 번째 프레임부터 시작하여 모든 프레임에 대하여 주어진 에너지를 사용하였을 때의 최대 비디오 품질을 얻어 세그먼트 간의 관계를 이용한 최대 비디오 품질 테이블을 구성하는 단계; 및

상기 세그먼트의 마지막 프레임과 상기 에너지 한도 값부터 시작하여 상기 최대 비디오 품질 테이블에 대한 역추적을 통해 상기 세그먼트에서 사용될 비트율을 찾는 단계

를 포함하는 비트율 선택 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모델링하는 단계는,

디스플레이 종류에 따른 영상의 밝기 인자를 포함하는 전력량 모델을 모델링하는 것

을 특징으로 하는 비트율 선택 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

클라이언트에서는 비디오 스트리밍에 대한 요청 비트율이 상기 선택된 비트율보다 낮은 경우 상기 요청 비트율로 서비스하고 상기 요청 비트율이 상기 선택된 비트율보다 높은 경우 상기 선택된 비트율로 서비스하는 것

을 특징으로 하는 비트율 선택 방법.

청구항 6

컴퓨터 시스템에 있어서,

메모리; 및

상기 메모리와 연결되고, 상기 메모리에 포함된 컴퓨터 판독가능한 명령들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의

프로세서

를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

DASH 환경에서 비트율에 따라 클라이언트에서 소모되는 전력량을 측정하여 비트율에 대한 전력량 모델을 모델링하는 과정; 및

클라이언트로부터 에너지 한도 값이 주어지면 상기 전력량 모델을 이용하여 소모 전력량이 상기 에너지 한도 값을 넘지 않으면서 비디오 품질을 최대로 하는 비트율을 선택하는 과정

을 처리하고,

상기 선택하는 과정은,

동적 프로그래밍 기법을 이용하여 비디오의 각 세그먼트에 대해 최대 비디오 품질을 가지는 비트율을 선택하는 것으로,

상기 세그먼트의 첫 번째 프레임부터 시작하여 모든 프레임에 대하여 주어진 에너지를 사용하였을 때의 최대 비디오 품질을 얻어 세그먼트 간의 관계를 이용한 최대 비디오 품질 테이블을 구성하고,

상기 세그먼트의 마지막 프레임과 상기 에너지 한도 값부터 시작하여 상기 최대 비디오 품질 테이블에 대한 역추적을 통해 상기 세그먼트에서 사용될 비트율을 찾는 것

을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 설명은 HTTP 동적 적응 스트리밍(DASH, Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]최근 멀티미디어 및 네트워크 기술의 발전으로 DASH 기술이 보편화되어 있다. 예컨대, 한국공개특허 제10-2011-0057446호(공개일 2011년 06월 01일)에는 미디어 데이터를 스트리밍 하는 기술이 개시되어 있다.

[0003]일반적으로 DASH는 1개의 비디오를 여러 비트율, 해상도, 코덱의 다양한 버전의 세그먼트로 서버에 저장하며, 사용자의 네트워크 속도에 맞게 적절한 비트율 버전 세그먼트를 전송한다.

[0004]따라서, 사용자 네트워크 속도가 빠른 Wi-Fi 환경에서는 무조건 최고화질의 버전을 전송한다. 모니터가 작은 모바일 장치에서는 최고화질 버전과 그것보다 더 낮은 해상도 버전의 차이를 사용자가 인지하지 못할 수 있으며 네트워크 속도가 빠르다고 해서 항상 최고화질의 영상을 보내주는 것은 비효율적이며 높은 Wi-Fi 소모 전력을 요구한다.

[0005]고해상도의 영상일수록 비트율이 높기 때문에 Wi-Fi 소모 전력량도 높다. 따라서, 영상의 각 세그먼트에서 사용자를 만족시키는 적절한 비트율을 선택하는 것이 Wi-Fi 전력 소비를 줄이는 효과적인 방법이다. 영상의 특성에 따라 사용자를 만족시키는 비트율이 다르며 이를 어떻게 선택하냐에 따라서 비디오 품질과 소모 전력량이 결정된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006]DASH 환경에서 전력 소모량을 제한하면서 비디오 품질을 최대로 하는 비트율을 선택하는 기법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007]컴퓨터 시스템에서 실행되는 비트율 선택 방법에 있어서, DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) 환경에서 비트율에 따라 클라이언트에서 소모되는 전력량을 측정하여 비트율에 대한 전력량 모델을 모델링하는 단계; 및 클라이언트로부터 에너지 한도 값이 주어지면 상기 전력량 모델을 이용하여 소모 전력량이 상기 에너지 한도

값을 넘지 않으면서 비디오 품질을 최대로 하는 비트율을 선택하는 단계를 포함하는 비트율 선택 방법을 제공한다.

- [0008] 일 측면에 따르면, 상기 모델링하는 단계는, 디스플레이 종류에 따른 영상의 밝기 인자를 포함하는 전력량 모델을 모델링할 수 있다.
- [0009] 다른 측면에 따르면, 상기 선택하는 단계는, 동적 프로그래밍 기법을 이용하여 비디오의 각 세그먼트에 대해 최대 비디오 품질을 가지는 비트율을 선택할 수 있다.
- [0010] 또 다른 측면에 따르면, 상기 선택하는 단계는, 상기 세그먼트의 첫 번째 프레임부터 시작하여 모든 프레임에 대하여 주어진 에너지를 사용하였을 때의 최대 비디오 품질을 얻는 단계; 및 상기 세그먼트의 마지막 프레임과 상기 에너지 한도 값부터 시작하여 역추적을 통해 상기 세그먼트에서 사용될 비트율을 찾는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 또 다른 측면에 따르면, 클라이언트에서는 비디오 스트리밍에 대한 요청 비트율이 상기 선택된 비트율보다 낮은 경우 상기 요청 비트율로 서비스하고 상기 요청 비트율이 상기 선택된 비트율보다 높은 경우 상기 선택된 비트율로 서비스할 수 있다.
- [0012] 컴퓨터 시스템에 있어서, 메모리; 및 상기 메모리와 연결되고, 상기 메모리에 포함된 컴퓨터 판독가능한 명령들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, DASH 환경에서 비트율에 따라 클라이언트에서 소모되는 전력량을 측정하여 비트율에 대한 전력량 모델을 모델링하고, 클라이언트로부터 에너지 한도 값이 주어지면 상기 전력량 모델을 이용하여 소모 전력량이 상기 에너지 한도 값을 넘지 않으면서 비디오 품질을 최대로 하는 비트율을 선택하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 시스템을 제공한다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명의 실시예들에 따르면, 전력/에너지 소비량을 제한하고 비디오 품질을 최대화함으로써 주어진 에너지를 효과적으로 사용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 스트리밍 환경의 예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 스트리밍 서버의 내부 구성을 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 3은 LCD에서의 전력 모델을 나타낸 것이다.
- 도 4는 영상에서 비트율에 따른 SSIM 값을 나타낸 것이다.
- 도 5는 본 발명에서 제안하는 비트율 선택 알고리즘의 수도코드를 나타낸 것이다.
- 도 6은 LCD에서 측정한 R의 평균 값, 최소 값, 최대 값을 나타낸 것이다.
- 도 7은 OLED에서 측정한 R의 평균 값, 최소 값, 최대 값을 나타낸 것이다.
- 도 8은 LCD에서 CBS와 BSA의 SSIM값을 비교한 결과를 나타낸 것이다.
- 도 9는 OLED에서 CBS와 BSA의 SSIM값을 비교한 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0017] 본 발명은 DASH 환경에서 비트 전송률에 대한 새로운 전력 모델을 모델링하고 이를 이용하여 주어진 에너지 한도에 맞게 비디오 품질을 극대화하는 기술에 관한 것이다.
- [0018] 기존 DASH에서는 Wi-Fi 에너지 소비를 고려하지 않고 네트워크 속도에 맞는 가장 높은 비트율의 영상을 스트리밍한다. 본 발명에서는 DASH 스트리밍 플랫폼에서 비트율에 따른 전력량과 영상의 평균 밝기를 측정하여 비트율에 대한 전력량 모델을 모델링하고 이를 이용하여 에너지 한도가 주어졌을 때 비디오 품질을 최대화하는 최적 비트율을 선택하는 알고리즘을 제안한다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 있어서, 스트리밍 환경의 예를 설명하기 위한 도면이다. 도 1은 클라이언트

(101) 및 스트리밍 서버(100)를 나타내고 있다. 도 1에서 화살표는 구성 요소 간에 유/무선 네트워크(10)를 이용하여 데이터가 송수신될 수 있음을 의미한다.

[0020] 클라이언트(101)는 본 명세서에서 설명되는 특징들 중 하나 이상의 특징을 수행하도록 구성된 하나 이상의 프로세스들을 실행할 수 있다. 클라이언트(101)은 스트리밍 서버(100)에 접속 가능한 모든 컴퓨터 시스템을 의미할 수 있다.

[0021] 클라이언트(101)의 예로는 스마트폰(smart phone), 태블릿(tablet), 웨어러블 컴퓨터(wearable computer), PC(personal computer), 노트북 컴퓨터(laptop computer), 랩탑 컴퓨터(laptop computer) 등의 디바이스를 포함할 수 있지만 이러한 것으로만 한정되는 것은 아니다.

[0022] 클라이언트(101)는 네트워크(10)(예를 들어, 인터넷 혹은 로컬 영역 네트워크 등)에 직접적으로 혹은 간접적으로 결합될 수 있다. 예를 들어, 개인용 컴퓨터와 노트북 컴퓨터는 유선 네트워크 연결을 통해 네트워크(10)에 직접적으로 결합될 수 있다. 랩탑 컴퓨터는 랩탑 컴퓨터와 무선 액세스 포인트(Wireless Access Point)(즉, WAP) 간에 확립된 무선 통신 채널을 통해 네트워크(10)에 무선으로 결합될 수 있다. 스마트폰은 스마트폰과 셀룰러 네트워크/브리지 간에 확립된 무선 통신 채널을 통해 네트워크(10)에 무선으로 결합될 수 있다. 이때, 네트워크(10)는 하나 이상의 2차 네트워크들(미도시)과 통신할 수 있으며, 2차 네트워크들의 예로는 로컬 영역 네트워크(Local Area Network), 와이드 영역 네트워크(Wide Area Network), 또는 인트라넷(intranet)을 포함할 수 있지만 이러한 것으로만 한정되는 것은 아니다.

[0023] 클라이언트(101)는 상기에서 설명한 네트워크(10)를 통해 스트리밍 서버(100)와 서로 인터페이스 할 수 있다.

[0024] 스트리밍 서버(100)는 비트율 선택 시스템을 포함하는 서버로서, 본 명세서에서 설명되는 특징들 중 하나 이상의 특징을 수행하도록 구성된 하나 이상의 프로세스들을 실행할 수 있다. 이때, 스트리밍 서버(100)는 DASH 환경에서 전력 소모량을 제한하면서 비디오 품질을 최대화 하는 비트율의 세그먼트를 전송하는 데이터 센터 역할을 할 수 있다.

[0025] 스트리밍 서버(100)는 서버 컴퓨터에 해당되는 것으로, 서버 컴퓨터의 예로는 서버 컴퓨팅 디바이스, 개인용 컴퓨터, 서버 컴퓨터, 일련의 서버 컴퓨터들, 미니 컴퓨터, 및/또는 메인프레임 컴퓨터를 포함할 수 있지만 이러한 것으로만 한정되는 것은 아니다. 서버 컴퓨터는 분산형 시스템일 수 있고, 그리고 서버 컴퓨터의 동작들은 하나 이상의 프로세서들 상에서 동시에 그리고/또는 순차적으로 실행될 수 있다.

[0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 스트리밍 서버의 내부 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

[0027] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 실시예에 따른 스트리밍 서버(100)는 프로세서(210), 버스(220), 네트워크 인터페이스(230), 메모리(240) 및 데이터베이스(250)를 포함할 수 있다. 메모리(240)는 운영체제(241) 및 비트율 선택 루틴(242)을 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서 스트리밍 서버(100)는 도 2의 구성요소들보다 더 많은 구성요소들을 포함할 수도 있다.

[0028] 메모리(240)는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로서, RAM(random access memory), ROM(read only memory) 및 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(240)에는 운영체제(241)와 비트율 선택 루틴(242)을 위한 프로그램 코드가 저장될 수 있다. 이러한 소프트웨어 구성요소들은 드라이브 메커니즘(drive mechanism, 미도시)을 이용하여 메모리(240)와는 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로부터 로딩될 수 있다. 이러한 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체는 플로피 드라이브, 디스크, 테이프, DVD/CD-ROM 드라이브, 메모리 카드 등의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체(미도시)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 소프트웨어 구성요소들은 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체가 아닌 네트워크 인터페이스(230)를 통해 메모리(240)에 로딩될 수도 있다.

[0029] 버스(220)는 스트리밍 서버(100)의 구성요소들간의 통신 및 데이터 전송을 가능하게 할 수 있다. 버스(220)는 고속 시리얼 버스(high-speed serial bus), 병렬 버스(parallel bus), SAN(Storage Area Network) 및/또는 다른 적절한 통신 기술을 이용하여 구성될 수 있다.

[0030] 네트워크 인터페이스(230)는 스트리밍 서버(100)를 컴퓨터 네트워크에 연결하기 위한 컴퓨터 하드웨어 구성요소일 수 있다. 네트워크 인터페이스(230)는 스트리밍 서버(100)를 무선 또는 유선 커넥션을 통해 컴퓨터 네트워크에 연결시킬 수 있다.

[0031] 데이터베이스(250)는 비디오 스트리밍과 관련된 정보, 예컨대 비트 전송률에 대한 전력 모델 등을 저장 및 유지

하는 역할을 한다.

[0032] 프로세서(210)는 기본적인 산술, 로직 및 스트리밍 서버(100)의 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리(240) 또는 네트워크 인터페이스(230)에 의해, 그리고 버스(220)를 통해 프로세서(210)로 제공될 수 있다. 프로세서(210)는 본 명세서에서 설명되는 특징들 중 하나 이상의 특징을 수행하기 위한 프로그램 코드를 실행하도록 구성될 수 있다. 이러한 프로그램 코드는 메모리(240)와 같은 기록 장치에 저장될 수 있다.

[0033] 이하에서는 본 발명에 따른 비트율 선택 방법의 구체적인 실시예를 설명하기로 한다.

[0034] 본 발명에 따른 비트율 선택 방법은 도 1과 도 2를 통해 설명한 클라이언트(101) 또는 스트리밍 서버(100)에 의해 실행된다.

[0035] 본 발명에서는 DASH 환경에서 전력 소모량을 제한하면서 비디오 품질을 최대로 하는 비트율을 선택하는 기법을 제안한다. 예를 들어, 1) 디바이스(예컨대, 스마트폰 등)에서 길이가 같은 8개의 영상에서 각각 5개 비트율로 재생하였을 때 전력량을 측정하고, 2) 측정된 결과를 이용하여 전력 소모량을 비트율에 의하여 모델링하고, 3) 에너지 한도를 주어졌을 때 비디오 품질을 최대화하는 문제를 제안하며, 4) 해당 문제를 풀기 위해서 동적 프로그래밍 기법을 활용하여 각 세그먼트에서 비트율을 선택하는 최적화 알고리즘을 제안한다. 제안한 기법을 통하여 전력 한도를 만족하며 비디오 품질을 최대화 시키는 비트율 선택에 따라서 소모 전력을 효과적으로 줄일 수 있음을 확인할 수 있다.

[0036] 전력 측정

[0037] 전력 측정에 사용된 스마트폰은 S4 mini 모델과 V20 모델이다. S4 mini는 OLED 디스플레이로 구성되어 있으며, V20은 LCD 디스플레이로 구성되어 있다. 측정에 사용된 영상은 8가지이며, 해상도는 240p, 360p, 480p, 720p, 1080p 5가지이다. 또한, 각 영상은 픽셀당 비트율 값 bpp(bit-per-pixel)가 0.15가 되도록 인코딩하였고, 영상의 길이는 모두 90초로 동일하였다.

[0038] 전력 측정에는 몬순 파워 모니터(Monsoon Power Monitor)를 이용하였으며, 스마트폰의 화면 밝기는 25%로 고정하고 측정하였다.

[0039] 전력 모델링

[0040] 측정된 결과를 선형 회귀 분석을 통해 모델링한 결과, LCD에서는 R^2 값이 0.98이 나왔다. 이는 도 3에서 확인할 수 있으며 도 3의 그래프 상의 점들은 8개 영상에서 5개의 비트율 버전의 전력량과 비트율을 의미한다. R^2 값이 0.98을 갖는 것은 높은 선형 상관 관계를 갖고 있음을 의미하며, 비트율에 비례해서 스마트폰의 소모 전력은 증가함을 보여 준다.

[0041] 그러나, OLED에서는 R^2 값이 0.93이 나왔으며 원인은 OLED에서는 영상의 색 밝기가 전력 소모량에 영향을 미치기 때문이었다. 따라서, OLED의 경우 LCD와는 달리 밝기 인자를 추가해주어야 한다. 샘플 비디오의 개수를 N_v ,

프레임 i 에서의 평균 영상 밝기를 L_i 라고 했을 때, 밝기 요인 γ 의 식은 수학적 식 1과 같이 정의된다.

[0042] [수학적 식 1]

$$\gamma = \varepsilon \left(L_i - \frac{\sum_{i=1}^{N_v} L_i}{N_v} \right)$$

[0043]

[0044] L_i 값은 밝기의 중간 값으로 50이고, ε 값은 경험적인 방법에 의해서 구한 결과 0.87이 나왔다. 따라서, OLED에서 비트율 k 에 대한 전력 모델은 수학적 식 2와 같이 정의된다.

[0045] [수학적 식 2]

$$P(k) = \alpha k + \beta + \gamma$$

[0046]

[0047] 수학식 2에서 γ 값은 LCD 디스플레이에 대해서 0으로 설정되지만, OLED 디스플레이에서는 영상 밝기를 반영한다.

[0048] 비디오 품질 최대화를 위한 문제 정의

[0049] 본 발명의 목표는 DASH환경에서 소모 에너지를 미리 정의된 에너지 한계인 E^{limit} 을 넘지 않도록 에너지를 제한하면서 비디오 품질을 최대하도록 각 세그먼트의 비트율을 선택하는 것이다. 비디오 품질을 구하기 위해서 8개 영상의 5가지 비트율 버전에서 평균 SSIM 값을 사용하였다. 그 결과는 도 4와 같으며, 비트율 선택 문제를 다음과 같이 정의한다.

[0050] <비트율 선택 문제>

[0051] 비트율 선택 문제는 에너지 한계에서 각 프레임에서 선택되는 비트율은 비디오 품질을 최대화하기 위한 목적으로 정의가 된다. 에너지 한계의 범위는 모든 프레임에서 가장 낮은 비트율이 선택되었을 때의 총 전력량부터 가장 높은 비트율이 선택되었을 때의 총 전력량까지의 범위를 갖는다.

[0052] N_{br} 을 DASH에서의 비트율 버전 레벨 개수라고 가정하고, N_{seg} 를 해당 비디오의 세그먼트 개수라고 가정한다. $Q_{i,j}$ 를 i 번째 프레임에서 j 번째 비트율 버전이 선택되었을 때 품질 지수라고 가정한다($i=1, \dots, N_{seg}$ and $j=1, \dots, N_{br}$). 그리고, T_i 를 i 번째 세그먼트의 길이(초)라고 가정한다($i=1, \dots, N_{seg}$). 또한, $b_{i,j}$ 를 i 번째 세그먼트에서 j 번째 비트율 버전의 비트율이라고 가정하고($i=1, \dots, N_{seg}$ and $j=1, \dots, N_{br}$), $P(b_{i,j})$ 를 비트율 $b_{i,j}$ 에 대한 전력 소모량이라고 가정하면 $E_{i,j}$ 는 i 번째 세그먼트에서 j 번째 비트율 버전을 스트리밍 받을 때 소모되는 에너지이고, $E_{i,j}$ 는 수학식 3과 계산된다.

[0053] [수학식 3]

[0054]
$$E_{i,j} = P(b_{i,j}) * T_i$$

[0055] DASH 환경에서 소모되는 에너지 소모량을 E^{limit} 값으로 제한하면서 총 비디오 품질을 최대화하기 위해서 i 번째 세그먼트에서 선택되는 비트율 B_i 값을 구하는 최적화 문제를 비트율 선택 문제라고 정의하며, 수학식 4와 같이 정의된다.

[0056] [수학식 4]

[0057]
$$\text{Maximize } \sum_{i=1}^{N_{seg}} \sum_{j=1}^{N_{br}} Q_{i,j}$$

[0058]
$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^{N_{seg}} \sum_{j=1}^{N_{br}} E_{i,j} \leq E^{limit}$$

[0059]
$$B_i \in 1, \dots, N_{br}$$

[0059] 비디오 품질을 최대로 하는 비트율 선택 알고리즘

[0060] 비트율 선택 문제를 해결하기 위하여 본 발명에서는 동적 프로그래밍 기법을 활용하며, 도 5와 같은 최적 알고리즘을 제안한다. 편의상 제안하는 동적 프로그래밍 알고리즘을 비트율 선택 알고리즘(BSA: bit-rate selection algorithm)이라고 하자. BSA에서는 동적 프로그래밍 기법을 통해 각 세그먼트에서의 최적의 비트율

버전 B_i 를 찾는 것이 목표이다. 이때, $Q_{i,m}^{max}$ $Q_{i,m}^{max}$ 는 i 번째 세그먼트에서 m 만큼의 에너지를 소모했을 때 얻

을 수 있는 최대 SSIM 값이라고 가정한다($i=1, \dots, N_{\text{seg}}$ and $m=1, \dots, E^{\text{limit}}$).

[0061] 그리고, 연속적인 세그먼트들의 관계를 이용하여 $Q_{i,m}^{\text{max}}$ 테이블을 채우면, $Q_{N_{\text{seg}}}^{\text{max}}$, E^{limit} 는 전력 제한에서 얻을 수 있는 최대 비디오 품질을 의미한다. 또한, $Q_{i,m}^{\text{level}}$ 은 i 번째 세그먼트에서 m 만큼의 에너지를 소모했을 때 i 번째 세그먼트에서 선택되는 비트율 버전이라 가정한다($i=1, \dots, N_{\text{seg}}$ and $m=1, \dots, E^{\text{limit}}$).

[0062] 도 5는 BSA의 수도코드를 나타낸 것이다. 도 5에서 BSA는 3가지 과정으로 이루어져 있는 것을 확인할 수 있다.

[0063] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 비트율 선택 알고리즘(BSA)은 1) 초기화 단계(1~10번째 줄), 2) 세그먼트간의 관계를 이용한 테이블 구성 단계(11~23번째 줄), 3) 역추적을 통하여 i 번째 세그먼트에서의 B_i 를 찾는 단계(24~30번째 줄)로 구성되어 있다.

[0064] 상기한 세 단계는 다음과 같이 수행된다.

[0065] 1) 초기화 단계

[0066] $Q_{i,m}^{\text{max}}$ ($i=1, \dots, N_{\text{seg}}$ and $m=1, \dots, E^{\text{limit}}$)는 첫 번째 프레임부터 i 번째 프레임까지 모든 프레임에 대하여, 에너지를 m 만큼 사용하였을 때, 얻을 수 있는 최대 비디오 품질이다. $\forall i, m$, $Q_{i,m}^{\text{max}}$ 을 모두 0으로 초기화 한다.

[0067] 2) 점화식 수립

[0068] $Q_{i,m}^{\text{max}}$ 는 수학식 5와 같은 점화식으로 계산될 수 있다.

[0069] [수학식 5]

$$Q_{i,m}^{\text{max}} = \max(Q_{i,m-1}^{\text{max}}, \max_{j=1, \dots, N_{br}} (Q_{i-1, m-E_{i,j}}^{\text{max}} + Q_{i,j}))$$

[0071] 만약, $E^{\text{limit}} - m > 0$ 이면 $Q_{i,m}^{\text{max}}$, ($i=2, \dots, N^{\text{cpu}}$)는 수학식 5의 점화식으로 갱신될 수 있다.

[0072] 3) 역추적

[0073] $Q_{i,m}^{\text{max}}$ 는 첫번째부터 i 번째 프레임까지 모든 프레임에 대한 최대 비디오 품질이다. 마지막 프레임 N_{seg} , 에너지 제한 E^{limit} 부터 시작하여 역으로 테이블을 추적하며 각 프레임 i 에 사용될 비트율 B_i 를 찾는다. 이를 위해 변수 $Q_{i,m}^{\text{level}}$ $Q_{i,m}^{\text{level}}$ 를 결정한다. 이는 $Q_{i,m}^{\text{max}}$ $Q_{i,m}^{\text{max}}$ 를 얻을 수 있도록 하는 i 번째 프레임까지 모든 프레임에 대하여 사용된 에너지가 m 일 때, i 번째 프레임에서 선택된 비트율이다.

[0074] 상기한 비트율 선택 방법은 클라이언트(101) 또는 스트리밍 서버(100)에서 구현될 수 있다.

[0075] 클라이언트(101)에서 구현 시:

[0076] BSA 알고리즘에서 정해진 비트율에 따라서 스트리밍 서버(100)에서 비트율을 요청한다. 만약, 네트워크 상태가 좋지 않을 경우에는 네트워크 상황에 맞추어서 비트율을 선택한다.

[0077] 스트리밍 서버(100)에서 구현 시:

[0078] 스트리밍 서버(100)에서 구현 시에는 스트리밍 서버(100)는 각 디바이스의 특징과 영상의 SSIM 값을 가지고 있다. 먼저, 클라이언트(101)가 에너지 한도 값을 스트리밍 서버(100)에게 보내주면, 스트리밍 서버(100)에서 BSA를 수행하며, 최적의 비트율을 가지고 있다. 클라이언트(101)는 원래 DASH 표준대로, 네트워크 상황에 맞추어서, 비트율을 보내주면 요청된 비트율이 BSA에서 결정한 비트율보다 낮을 경우에는 요청된 비트율로 서비스하고, BSA에서 결정한 비트율보다 높은 경우에는 BSA에서 정한 비트율로 서비스한다.

[0079] 실험 환경

[0080] 본 발명의 효과를 조사하기 위해 구현을 하고 전력 실측을 수행했다. 에너지 한도 비율 E_{ratio} 는 영상에서 최고 비트율 버전으로 재생했을 때 전력량을 100%이라고 했을 때 소모 전력의 상대 비율이라고 하자. 본 발명에서는 구현 및 실측을 통해 6개 영상의 에너지 소모 비율 $E_{ratio}=85\%, 90\%, 95\%, 100\%$ 에서 선택되는 비트율과 총 비디오 품질을 구했다. BSA와 전력 측정에 사용된 영상은 전력 모델링 할 때 사용된 3가지 영상과 임의로 구한 3가지 영상으로 총 6가지로 구성되어 있다. 사용된 영상의 명칭은 다음과 같다. 먼저, 사용된 3가지 영상은 Motion, Dance, Moving이며, 임의로 구한 3가지 영상의 이름은 Hongkong, Walking, Football이다.

[0081] 소모 전력 정확도 분석

[0082] 전력 측정을 통하여 E_{ratio} 값에 따른 비디오 품질과 각 세그먼트에서 선택되는 비트율, 총 소모 전력 계산하였다. BSA에서 구한 비트율에 따라 스마트폰에서 영상을 스트리밍 받고 이 때 전력량을 측정하였고 BSA 결과와 비교하였다. 이때, 실제 측정 결과 E_{real} 과 에너지 제한 E_{limit} 의 상대 비율을 R이라 하면 R값은 수학적 식 6과 같다.

[0083] [수학적 식 6]

$$R = \frac{E_{real}}{E_{limit}}$$

[0084]

[0085] 도 6은 LCD에서 측정된 결과의 R 평균 값, 최대 값, 최소 값을 나타낸다. 비교 결과 |1-R| 값은 최대 1.4%이다. 도 7은 OLED에서 측정된 결과의 R 평균 값, 최대 값, 최소 값을 나타낸다. 비교 결과 |1-R| 값은 최대 1.8%이다. 이 결과는 전력 모델이 실제 소모되는 전력과 비교했을 때 정확하다는 것을 나타낸다.

[0086] 비디오 품질 분석

[0087] 도 8은 LCD에서 전력 제한에 맞게 한 가지 비트율 버전만 재생하는 CBS(Constant Bit-rate Subject to Energy Budget) 알고리즘과 BSA의 SSIM 값을 비교한 결과이다. 두 알고리즘을 비교한 결과 BSA가 CBS보다 SSIM 값이 높은 것을 확인할 수 있으며 이는 같은 전력 제한 대비 품질 저하가 적다는 것을 나타낸다.

[0088] OLED 측정 비교 결과

[0089] 도 9는 OLED에서 전력 제한에 맞게 CBS 알고리즘과 SSIM 값을 비교한 결과이다. 매우 좋은 화질인 SSIM 값이 0.99를 기준으로 하였을 때, CBS에서는 36.11%가 기준을 만족하였으며, BSA에서는 69.44%가 기준을 만족하였다. 이는 BSA 기법의 효용성을 보여 준다.

[0090] 이처럼 본 발명의 실시예들에 따르면, DASH 환경에서 전력 한도를 만족하며 비디오 품질을 최대화 시키는 비트율 선택에 따라서 소모 전력을 효과적으로 줄일 수 있다.

[0091] 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, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate 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 어플리케이션을 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 장치

는 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.

[0092] 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, 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 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.

[0093] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 이때, 매체는 컴퓨터로 실행 가능한 프로그램을 계속 저장하거나, 실행 또는 다운로드를 위해 임시 저장하는 것일 수도 있다. 또한, 매체는 단일 또는 수 개의 하드웨어가 결합된 형태의 다양한 기록수단 또는 저장수단일 수 있는데, 어떤 컴퓨터 시스템에 직접 접속되는 매체에 한정되지 않고, 네트워크 상에 분산 존재하는 것일 수도 있다. 매체의 예시로는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical medium), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등을 포함하여 프로그램 명령어가 저장되도록 구성된 것이 있을 수 있다. 또한, 다른 매체의 예시로, 어플리케이션을 유통하는 앱 스토어나 기타 다양한 소프트웨어를 공급 내지 유통하는 사이트, 서버 등에서 관리하는 기록매체 내지 저장매체도 들 수 있다.

[0094] 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.

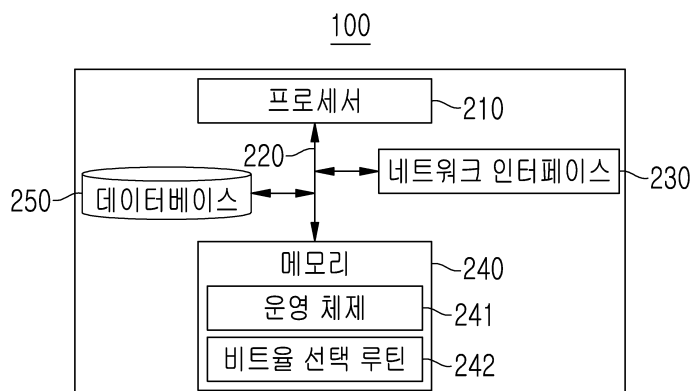
[0095] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

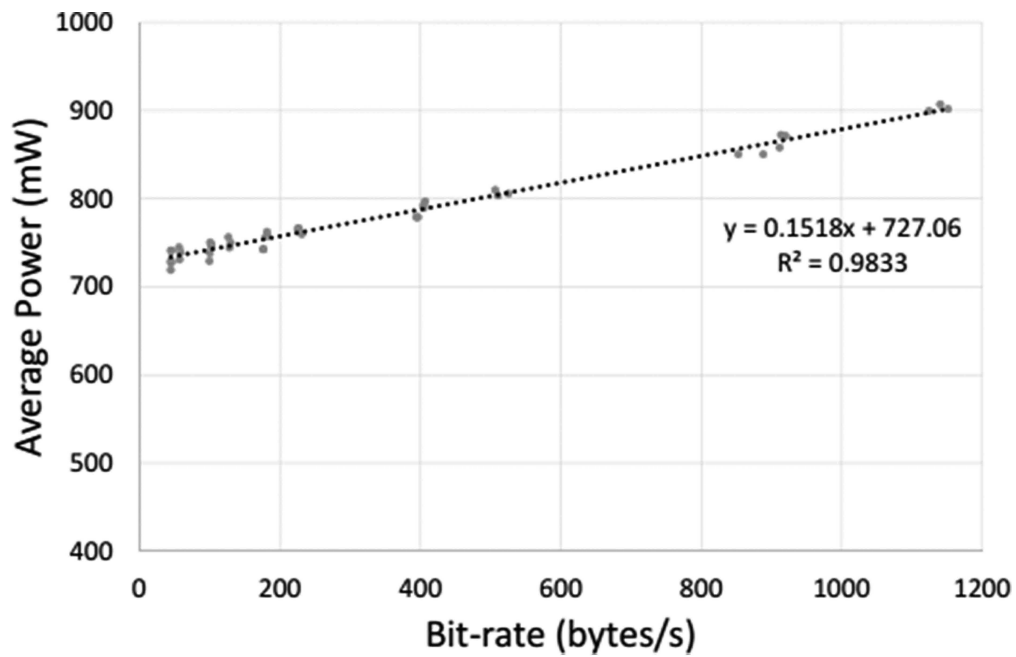
도면1



도면2

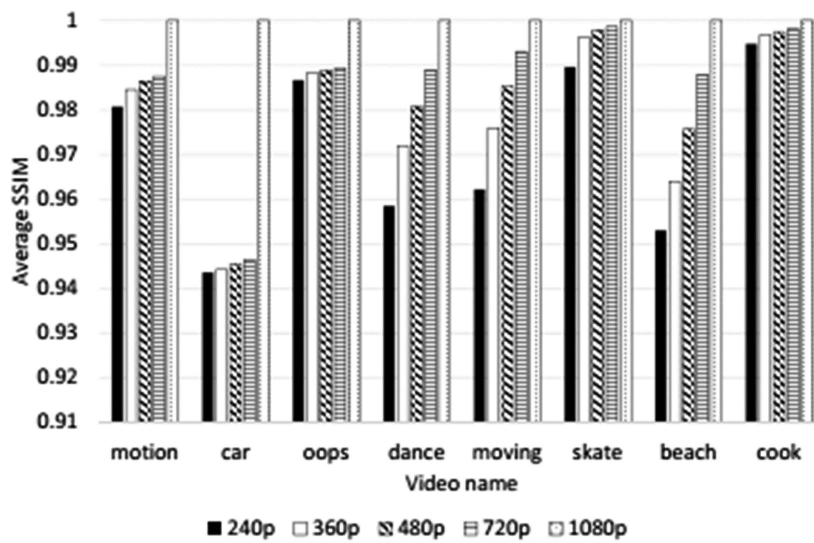


도면3



<LCD에서의 전력 모델>

도면4



<영상에서 비트율에 따른 SSIM 값>

도면5

```

1: Temporary variables:  $i$ ,  $m$  and  $k$ ;
2: for  $i = 0$  to  $N_{\text{seg}}$  do
3:   for  $m = 0$  to  $E_{\text{limit}}$  do
4:      $Q_{i,m}^{\text{max}} \leftarrow 0$ ;
5:   end for
6: end for
7: for  $m = E_{1,1}$  to  $E_{\text{limit}}$  do
8:    $Q_{1,m}^{\text{max}} = \max_{j \in \{j | E_{i,j} \leq m\}} Q_{1,j}$ ;
9:    $Q_{1,m}^{\text{level}} = \arg \max_{j \in \{j | E_{i,j} \leq m\}} Q_{1,j}$ ;
10: end for
11: for  $i = 1$  to  $N_{\text{seg}}$  do
12:   for  $m = 1$  to  $E_{\text{limit}}$  do
13:      $Q_{i,m}^{\text{max}} \leftarrow Q_{i,m-1}^{\text{max}}$ ;
14:     for  $j = 1$  to  $N_{\text{br}}$  do
15:       if  $m - E_{i,j} \geq 0$  then
16:         if  $Q_{i,m}^{\text{max}} < Q_{i-1,m-E_{i,j}} + Q_{i,j}$  then
17:            $Q_{i,m}^{\text{max}} \leftarrow Q_{i-1,m-E_{i,j}} + Q_{i,j}$ ;
18:            $Q_{i,m}^{\text{level}} \leftarrow j$ ;
19:         end if
20:       end if
21:     end for
22:   end for
23: end for
24:  $i \leftarrow N_{\text{seg}}$ ;
25:  $m \leftarrow E_{\text{limit}}$ ;
26: while  $i > 0$  do
27:    $B_i \leftarrow Q_{i,m}^{\text{level}}$ ;
28:    $i \leftarrow i - 1$ ;
29:    $m \leftarrow m - E_{i,B_i}$ ;
30: end while

```

도면6

	Motion			Dance			Moving		
E_{ratio}	85%	90%	95%	85%	90%	95%	85%	90%	95%
R_{avg}	0.997	0.995	0.995	0.993	0.994	0.994	0.997	0.997	0.996
R_{high}	0.999	1.004	0.997	1.000	1.002	1.001	1.000	1.000	1.003
R_{low}	0.995	0.989	0.993	0.986	0.989	0.988	0.992	0.993	0.993
	Hongkong			Walking			Football		
E_{ratio}	85%	90%	95%	85%	90%	95%	85%	90%	95%
R_{avg}	0.999	0.998	0.998	0.996	1.000	0.995	0.998	0.998	0.996
R_{high}	1.004	1.003	1.006	1.000	1.004	0.998	1.001	1.001	1.000
R_{low}	0.995	0.994	0.993	0.990	0.996	0.992	0.995	0.994	0.993

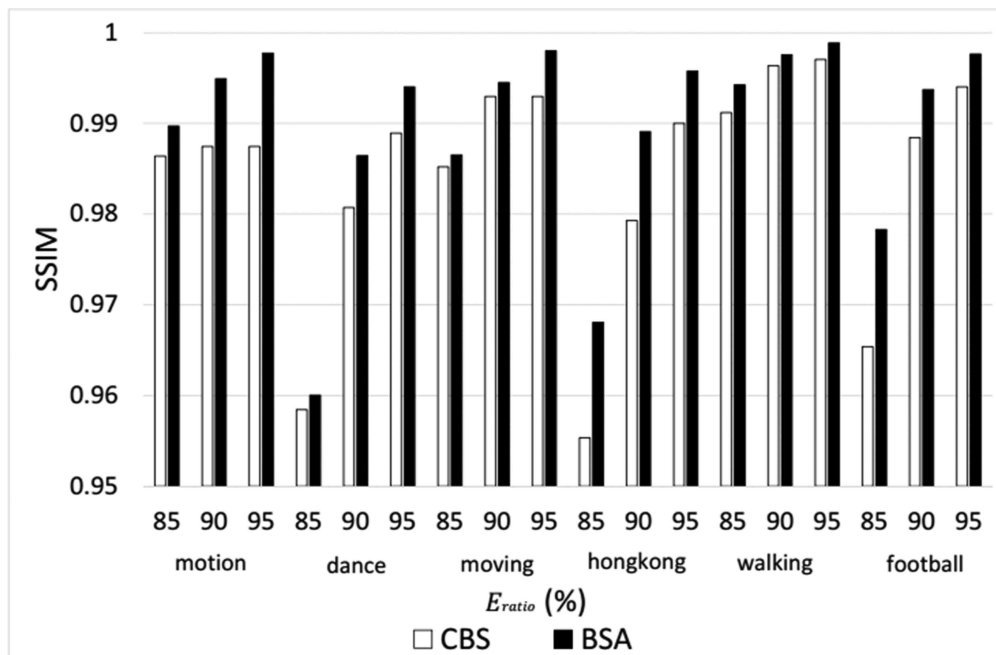
<LCD에서 측정된 결과의 R 평균 값, 최대 값, 최소 값>

도면7

	Motion			Dance			Moving		
	85%	90%	95%	85%	90%	95%	85%	90%	95%
E_{ratio}									
R_{avg}	1.007	0.992	1.001	0.994	0.989	1.003	1.005	0.999	0.998
R_{high}	1.009	0.999	1.004	1.004	0.992	1.010	1.013	1.004	1.011
R_{low}	1.004	0.982	0.997	0.983	0.987	0.998	0.994	0.997	0.988
	Hongkong			Walking			Football		
E_{ratio}	85%	90%	95%	85%	90%	95%	85%	90%	95%
R_{avg}	1.001	0.997	0.995	1.000	0.994	1.000	0.995	1.006	0.990
R_{high}	1.005	1.014	1.012	1.011	1.007	1.008	1.007	1.014	1.002
R_{low}	0.995	0.989	0.986	0.983	0.982	0.991	0.990	0.997	0.984

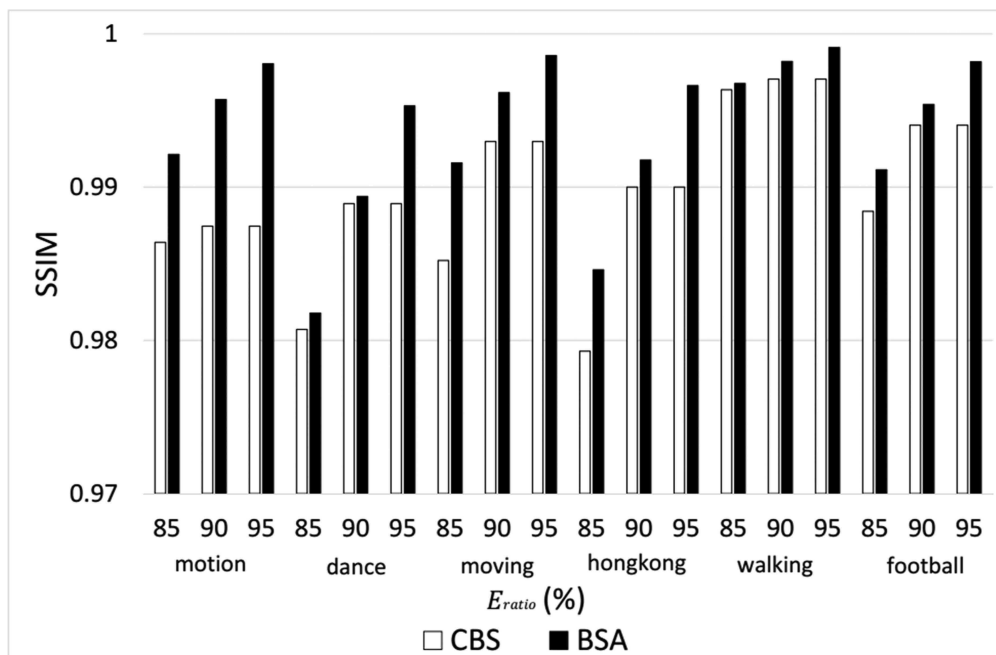
<OLED에서 측정된 결과의 R 평균 값, 최대 값, 최소 값>

도면8



<LCD에서 CBS와 BSA의 SSIM값의 비교>

도면9



<OLED 에서 CBS와 BSA의 SSIM값의 비교>