



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0092721  
(43) 공개일자 2018년08월20일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>H04N 21/647 (2011.01) H04N 21/2343 (2011.01)<br/>H04N 21/61 (2011.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>H04N 21/64723 (2013.01)<br/>H04N 21/2343 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-0018827<br/>(22) 출원일자 2017년02월10일<br/>심사청구일자 없음</p> | <p>(71) 출원인<br/>주식회사 케이티<br/>경기도 성남시 분당구 불정로 90(정자동)<br/>연세대학교 산학협력단<br/>서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)</p> <p>(72) 발명자<br/>채찬병<br/>서울특별시 서초구 남부순환로323길 38-15, 102동 504호 (서초동, 서초동한신아파트)<br/>이중석<br/>인천광역시 남동구 소래역로 94, 1109동 104호 (논현동, 단풍마을휴먼시아11단지아파트)<br/>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>유미특허법인</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 19 항

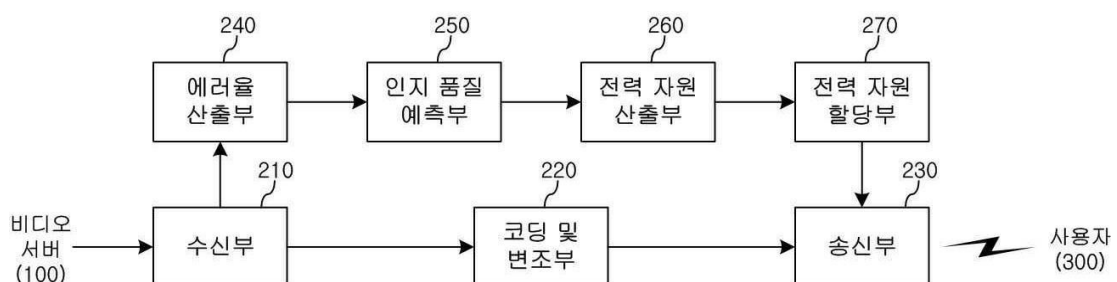
(54) 발명의 명칭 인지 품질 예측을 통한 효율적인 비디오 무선 전송 시스템 및 그 시스템에서의 자원 할당 방법과, 기록 매체

(57) 요약

인지 품질 예측을 통한 효율적인 비디오 무선 전송 시스템 및 그 시스템에서의 자원 할당 방법과, 기록 매체가 개시된다.

이 시스템은 송신될 비디오 데이터에 대해 SVC(Scalable Video Coding) 코딩을 수행하여 SVC 비트 스트림을 생성하는 비디오 서버; 및 상기 비디오 서버에서 생성되는 SVC 비트 스트림에 대해 매시브 마이모(Massive Multiple Input Multiple Output, Massive MIMO) 방식을 사용하여 적어도 하나의 사용자에게 전송하는 전송 장치를 포함한다. 상기 전송 장치는 상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 산출되는 패킷 에러율에 기초하여 전송 서비스에 해당되는 인지 품질을 예측하고, 상기 전송 서비스에서 상기 인지 품질이 최대가 되는 자원을 산출하여 할당한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*H04N 21/6106* (2013.01)

*H04N 21/6473* (2013.01)

*H04N 21/64784* (2013.01)

(72) 발명자

**염석준**

서울특별시 동작구 상도로61길 4-11 (상도동)

**차용주**

경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17, 323동 601호  
(서현동, 시범단지한양아파트)

**김현표**

서울특별시 서초구 서초중앙로 242, 502동 502호  
(반포동, 삼호가든아파트)

**김수진**

인천광역시 연수구 송도과학로 85, 진리관c 325호  
(연세대학교 국제 캠퍼스)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

송신될 비디오 데이터에 대해 SVC(Scalable Video Coding) 코딩을 수행하여 SVC 비트 스트림을 생성하는 비디오 서버; 및

상기 비디오 서버에서 생성되는 SVC 비트 스트림에 대해 매시브 마이모(Massive Multiple Input Multiple Output, Massive MIMO) 방식을 사용하여 적어도 하나의 사용자에게 전송하는 전송 장치

를 포함하고,

상기 전송 장치는 상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 산출되는 패킷 에러율에 기초하여 전송 서비스에 해당되는 인지 품질을 예측하고, 상기 전송 서비스에서 상기 인지 품질이 최대가 되는 자원을 산출하여 할당하는,

비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전송 장치는,

상기 SVC 비트 스트림을 사용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 에러율 산출부;

상기 에러율 산출부에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 상기 SVC 비트 스트림에 대한 인지 품질을 예측하는 인지 품질 예측부;

상기 인지 품질 산출부에서 예측되는 인지 품질을 사용하여 사용자에게 전송될 신호에 대해 할당될 자원을 산출하는 자원 산출부; 및

상기 SVC 비트 스트림의 전송을 위해 상기 자원 산출부에서 산출되는 자원을 할당하는 자원 할당부

를 포함하는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 에러율 산출부는,

상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 상기 전송 장치의 비트 에러율을 산출하는 비트 에러율 산출부; 및

상기 비트 에러율 산출부에서 산출되는 비트 에러율을 이용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 패킷 에러율 산출부

를 포함하는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 전송 장치의 설정값은 송신 안테나의 개수, 수신 안테나의 개수, 사용자 수 및 변조 차수를 포함하는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 비트 에러율( $\overline{P_b}$ )은 하기의 관계식

$$\overline{P_b} \approx \frac{1}{t} \operatorname{erfc} \left\{ \frac{\sqrt{P_k(N_t - KN_r)}}{KN_r} \sin \frac{\pi}{2^t} \right\}$$

여기서,  $t$ 는 변조 차수이고,  $\operatorname{erfc}$ 는 Complementary Error Function이며,  $P_k$ 는 사용자  $k$ 에게 전송하는 신호의 전송 전력이고,  $N_t$ 는 송신 안테나의 개수이며,  $K$ 는 사용자의 수이고,  $N_r$ 은 사용자별 수신 안테나의 개수임

에 따라서 산출되는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 패킷 에러율 산출부는

상기 비트 에러율 산출부에서 산출되는 비트 에러율 이용하여 비디오 패킷당 패킷 에러율을 산출하고,

상기 패킷당 패킷 에러율을 이용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출하는,

비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 비디오 패킷당 패킷 에러율( $\epsilon_f$ )은 하기의 관계식

$$\epsilon_f = 1 - (1 - \overline{P_b})^{\ell_p}$$

여기서,  $\ell_p$ 는 패킷 길이임

에 따라 산출되는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 사용자별 패킷 에러율( $\overline{\epsilon_k}$ )은 하기의 관계식

$$\overline{\epsilon_k} = \frac{1}{F} \sum_{f=1}^F \epsilon_{f,k}$$

여기서,  $F$ 는 하나의 비디오가 가지는 프레임 수이고,  $\epsilon_{f,k}$ 는 사용자  $k$ 에 대한  $f$ 번째 프레임의 패킷 에러율임

에 따라서 산출되는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 9

제2항에 있어서,

상기 인지 품질 예측부는,

사용자에 대한 서비스의 유형이 브로드캐스트 서비스(broadcast service)와 멀티캐스트 서비스(multicast service) 중 어느 것인지를 판단하는 서비스 판단부;

상기 서비스 판단부에 의해 판단되는 서비스 유형이 브로드캐스트 서비스인 경우 상기 에러율 산출부에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 브로드캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 인지 품질을 예측하는 제1 인지 품질 예측부; 및

상기 서비스 판단부에 의해 판단되는 서비스 유형이 멀티캐스트 서비스인 경우 상기 에러율 산출부에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 멀티캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 인지 품질을 예측하는 제2 인지 품질 예측부

를 포함하는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 인지 품질 예측부에 의해 예측되는 인지 품질(Structural Similarity Index Metrix, SSIM)은 하기의 관계식

$$SSIM = a \cdot P_{k,i}^2 + b \cdot P_{k,i} + c \cdot SI + d \cdot TI + e$$

여기서,  $P_{k,i}$ 는 비디오 콘텐츠의 i번째 계층을 사용자 k에게 전송하기 위한 전송 전력이고, SI(Spatial Information)는 상기 SVC 비트 스트림의 공간 정보이며, TI(Temporal Information)는 상기 SVC 비트 스트림의 시간 정보이고, a, b, c, d 및 e는 상수로서 브로드캐스트 서비스에 대한 회귀분석을 통해 설정되는 상수임

에 따라 예측되는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제2 인지 품질 예측부에 의해 예측되는 인지 품질(SSIM)은 하기의 관계식

$$SSIM = a_1 \times (e^{-a_2 PER} - 1) + 1$$

$$a_1 = b_1 + b_2 SI,$$

$$a_2 = b_3 SIT + b_4 SI + b_5 SI + b_6$$

여기서, PER은 상기 패킷 에러율이고,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$ ,  $b_5$ ,  $b_6$ 는 상수로서 멀티캐스트 서비스에 대한 회귀분석을 통해 설정되는 상수임

에 따라 예측되는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 자원 산출부는,

상기 제1 인지 품질 예측부에서 예측되는 인지 품질을 사용하여 브로드캐스트 서비스시 최대 인지 품질을 갖는 자원을 산출하는 제1 자원 산출부; 및

상기 제2 인지 품질 예측부에서 예측되는 인지 품질을 사용하여 멀티캐스트 서비스시 사용자간 품질 공평성을 유지하기 위한 최대 인지 품질을 갖는 자원을 산출하는 제2 자원 산출부

를 포함하는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 자원 산출부에 의해 산출되는 자원은 전송 전력 자원이며,

상기 전송 전력 자원은 하기의 관계식

$$\text{Max-quality} = \arg \max_{P_{k,i}} \sum_{i=1}^I a \cdot P_{k,i}^2 + b \cdot P_{k,i} + c \cdot SI + d \cdot TI + e$$

여기서, I는 SVC 계층의 인덱스임

에 따라 산출되는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 14

제12항에 있어서,

상기 제2 자원 산출부에 의해 산출되는 자원은 전송 전력 자원이며,

상기 전송 전력 자원은 하기의 관계식

$$\text{Fair-quality} = \arg \max_{P_k} \sum_{k=1}^K a_1 \times (e^{-a_2 PER_k} - 1)$$

여기서,  $PER_k$ 는 사용자 k의 패킷 에러율임

에 따라 산출되는, 비디오 무선 전송 시스템.

#### 청구항 15

메시브 마이모 방식을 사용하여 비디오 신호를 전송하는 전송 장치가 비디오 서버로부터 입력되는 SVC 비트 스트림을 사용자에게 전송하기 위한 자원을 할당하는 방법에 있어서,

상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 상기 SVC 비트 스트림의 전송시의 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 단계;

사용자에 대한 서비스의 유형을 판단하는 단계;

상기 서비스의 유형이 브로드캐스트 서비스인 경우, 상기 패킷 에러율을 사용하여 브로드캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 제1 인지 품질을 예측하고, 상기 제1 인지 품질을 사용하여 브로드캐스트 서비스시 최대 인지 품질을 갖는 제1 자원을 산출하는 단계;

상기 서비스의 유형이 멀티캐스트 서비스인 경우, 상기 패킷 에러율을 사용하여 멀티캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 제2 인지 품질을 예측하고, 상기 제2 인지 품질을 사용하여 멀티캐스트 서비스시 사용자간 품질 공평성을 유지하기 위한 최대 인지 품질을 갖는 제2 자원을 산출하는 단계; 및

상기 SVC 비트 스트림의 전송을 위해 상기 서비스의 유형에 따라 상기 제1 자원 또는 상기 제2 자원을 할당하는 단계

를 포함하는 자원 할당 방법.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 설정값은 송신 안테나의 개수, 수신 안테나의 개수, 사용자 수 및 변조 차수를 포함하는,

자원 할당 방법.

#### 청구항 17

제15항에 있어서,

상기 제1 자원은 상기 SVC 비트 스트림의 계층별로 할당되는 전송 전력 자원이고,

상기 제2 자원은 사용자별로 할당되는 전송 전력 자원인,

자원 할당 방법.

## 청구항 18

제15항에 있어서,

상기 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 단계는,

상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 상기 전송 장치의 비트 에러율을 산출하는 단계; 및

상기 비트 에러율을 이용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 단계

를 포함하는, 자원 할당 방법.

## 청구항 19

매시브 마이모 방식을 사용하여 비디오 신호를 전송하는 전송 장치가 비디오 서버로부터 입력되는 SVC 비트 스트림을 사용자에게 전송하기 위한 자원을 할당하는 방법을 실행하는 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 있어서,

상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 상기 SVC 비트 스트림의 전송시의 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 기능;

사용자에 대한 서비스의 유형을 판단하는 기능;

상기 서비스의 유형이 브로드캐스트 서비스인 경우, 상기 패킷 에러율을 사용하여 브로드캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 제1 인지 품질을 예측하고, 상기 제1 인지 품질을 사용하여 브로드캐스트 서비스시 최대 인지 품질을 갖는 제1 자원을 산출하는 기능;

상기 서비스의 유형이 멀티캐스트 서비스인 경우, 상기 패킷 에러율을 사용하여 멀티캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 제2 인지 품질을 예측하고, 상기 제2 인지 품질을 사용하여 멀티캐스트 서비스시 사용자간 품질 공평성을 유지하기 위한 최대 인지 품질을 갖는 제2 자원을 산출하는 기능; 및

상기 SVC 비트 스트림의 전송을 위해 상기 서비스의 유형에 따라 상기 제1 자원 또는 상기 제2 자원을 할당하는 기능

을 포함하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 인지 품질 예측을 통한 효율적인 비디오 무선 전송 시스템 및 그 시스템에서의 자원 할당 방법과, 기록 매체에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 무선 통신 환경에서 데이터 사용의 대다수가 비디오로 소비된다.

[0003] 비디오는 다른 텍스트나 이미지보다 더욱 큰 용량을 지니고 있고, 품질에 대한 사용자 경험(QoE)을 예측하는 것 또한 어렵다. 그럼에도 불구하고 무선 통신 환경은 비디오 전송을 위해 최적화되어 있지 않다. 즉, 무선 통신 환경의 채널 불안정성은 패킷 로스(packet loss)와 같은 에러를 피할 수 없다. 또한, 무선 통신 환경의 자원(대역폭, 전송 전력 등)의 한계 또한 비디오 전송의 어려움을 미치는 요소이다.

[0004] 기존의 무선 통신 환경에서 비디오 전송 시에 품질을 유지하기 위한 방법으로 적응적 전송 기법들이 많이 사용된다. 이러한 적응적 전송 기법에서는 비디오 수신 장치로부터 피드백되는 채널 용량 추정 값을 다음 채널 구간의 채널 용량으로 예측하고, 상기 예측된 채널 용량 내에서 비디오 코딩 레이트 및 채널 코딩 레이트를 조정하며, 비디오 프레임들을 상기 조정된 비디오 코딩 레이트로 비디오 인코딩해서 비디오 패킷으로 생성하고 차등 오류 보호하며, 상기 차등 오류 보호된 비디오 패킷을 상기 조정된 채널 코딩 레이트로 채널 인코딩해서 비트 스트림을 생성한다. 이러한 기법은 채널의 특성을 다양한 방식으로 피드백 받아 채널 오류를 측정하고 이에 따른 오류 보상을 인코딩과 채널 코딩을 통해서 보상하는 방식이다.

[0005] 이러한 적응적 전송 기법에서는 채널 피드백을 받기 때문에 비디오 스트리밍시에 재생 시작에 대한 지연으로 작용하게 된다. 또한 조정된 코딩 레이트로 비디오 인코딩을 다시 진행하기 때문에 비디오 인코딩 시간에 대한

지연 또한 발생된다. 적응적 오류 보상을 위한 채널 코딩 기법 또한 시간순에 따른 재계산이 필요하므로 그 또한 오버헤드를 발생하게 된다. 이와 같이, 적응적 비디오 전송 기법은 QoS(Quality of Service)를 보상하기 위한 기법으로 많이 설계 구현이 되나, 인지 품질(Quality of Experience, QoE) 관점에서의 보상은 아니므로 일부 품질의 향상이 있더라도 인지 품질 관점에서의 향상은 미비할 수 있다.

[0006] 한편, 최근의 5세대 무선 통신 환경에서는 대용량의 데이터를 고속으로 전송하기 위하여 수십 개 이상의 안테나를 사용하는 다중 입출력(Multi Input Multi Output, MIMO) 기술인 메시브 마이모(massive MIMO) 기술이 채택되었다.

[0007] 그런데, 무선 통신 환경에서의 무선단의 품질 저해 요인(채널불안정성)과 어플리케이션단의 품질 저해 요인(비디오)이 최종 전송된 비디오의 인지 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 메시브 마이모 시스템에서 이루어진 적이 없다. 기존의 마이모 시스템과 달리 메시브 마이모에서는 에러 특성이 달라지므로 효율적인 비디오 전송을 위한 새로운 장치 개발이 필요하다.

[0008] 또한, 예전에는 비디오의 품질을 평가하는 지표로 PSNR(peak signal to noise ratio)이 사용되었다. 이는 원본 비디오와 전송된 비디오(사용자가 받은)를 신호 기반으로 비교함으로써 품질 저해 정도를 계산하는 방법이었다.

[0009] 그러나 비디오의 특성상 같은 양만큼의 신호가 손상을 입었더라도, 사람이 느끼는 손상 정도는 다를 수 있다. 예를 들어 검은 색상의 신호가 손상이 입는 것과 알록달록한 색상의 신호가 손상 되었을 때 사람의 눈에 띄는 정도는 다르다. 즉, 손상된 신호의 양이 아니라 손상된 신호의 위치나 색상, 구조 등도 사람이 인지하는 품질(이하 인지 품질)에는 차이를 느끼게 해준다.

[0010] 최근 들어 이러한 문제를 보완하기 위한 인지 품질 측정 방법이 많이 개발 되었다. 이 중에서 SSIM(structural similarity index metrix)은 인지 품질을 대변하는 방식 중 가장 오래되고 가장 많이 쓰이는 검증된 기법이다. SSIM에서는 구조적 차이를 점수화하여 사람 눈이 보는 것과 가장 유사하게 품질을 구별해 낸다.

[0011] 무선 환경에서 비디오 전송 시에도 인지 품질을 기준으로 평가할 필요성이 있다. 비디오의 전송 전에 품질 손상 요인을 알고 인지 품질이 예측 가능하다면, 예측된 품질을 높이거나 유지하거나 혹은 낮추기도 하는 조절이 비디오 서버나 혹은 기지국에서 가능하게 될 것이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0012] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 사용자에게 전송되는 비디오 콘텐츠의 인지 품질을 최대화할 수 있는 비디오 무선 전송 시스템 및 그 시스템에서의 자원 할당 방법과, 기록 매체를 제공한다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 한 특징에 따른 비디오 무선 전송 장치는,

[0014] 송신될 비디오 데이터에 대해 SVC(Scalable Video Coding) 코딩을 수행하여 SVC 비트 스트림을 생성하는 비디오 서버; 및 상기 비디오 서버에서 생성되는 SVC 비트 스트림에 대해 메시브 마이모(Massive Multiple Input Multiple Output, Massive MIMO) 방식을 사용하여 적어도 하나의 사용자에게 전송하는 전송 장치를 포함하고, 상기 전송 장치는 상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 산출되는 패킷 에러율에 기초하여 전송 서비스에 해당되는 인지 품질을 예측하고, 상기 전송 서비스에서 상기 인지 품질이 최대가 되는 자원을 산출하여 할당한다.

[0015] 여기서, 상기 전송 장치는, 상기 SVC 비트 스트림을 사용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 에러율 산출부; 상기 에러율 산출부에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 상기 SVC 비트 스트림에 대한 인지 품질을 예측하는 인지 품질 예측부; 상기 인지 품질 산출부에서 예측되는 인지 품질을 사용하여 사용자에게 전송될 신호에 대해 할당될 자원을 산출하는 자원 산출부; 및 상기 SVC 비트 스트림의 전송을 위해 상기 자원 산출부에서 산출되는 자원을 할당하는 자원 할당부를 포함한다.

[0016] 또한, 상기 에러율 산출부는, 상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 상기 전송 장치의 비트 에러율을 산출하는 비트 에러율 산출부; 및 상기 비트 에러율 산출부에서 산출되는 비트 에러율을 이용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 패킷 에러율 산출부를 포함한다.



[0017] 또한, 상기 전송 장치의 설정값은 송신 안테나의 개수, 수신 안테나의 개수, 사용자 수 및 변조 차수를 포함한다.

[0018] 또한, 상기 비트 에러율( $\overline{P_b}$ )은 하기의 관계식

$$\overline{P_b} \approx \frac{1}{t} \operatorname{erfc} \left\{ \frac{\sqrt{P_k(N_t - KN_r)}}{KN_r} \sin \frac{\pi}{2^t} \right\}$$

[0020] 여기서, t는 변조 차수이고, erfc는 Complementary Error Function이며,  $P_k$ 는 사용자 k에게 전송하는 신호의 전송 전력이고,  $N_t$ 는 송신 안테나의 개수이며,  $K$ 는 사용자의 수이고,  $N_r$ 은 사용자별 수신 안테나의 개수임

[0021] 에 따라서 산출된다.

[0022] 또한, 상기 패킷 에러율 산출부는 상기 비트 에러율 산출부에서 산출되는 비트 에러율 이용하여 비디오 패킷당 패킷 에러율을 산출하고, 상기 패킷당 패킷 에러율을 이용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출한다.

[0023] 또한, 상기 비디오 패킷당 패킷 에러율( $\epsilon_f$ )은 하기의 관계식

$$\epsilon_f = 1 - (1 - \overline{P_b})^{\ell_p}$$

[0025] 여기서,  $\ell_p$ 는 패킷 길이임

[0026] 에 따라 산출된다.

[0027] 또한, 상기 사용자별 패킷 에러율( $\overline{\epsilon_k}$ )은 하기의 관계식

$$\overline{\epsilon_k} = \frac{1}{F} \sum_{f=1}^F \epsilon_{f,k}$$

[0029] 여기서, F는 하나의 비디오가 가지는 프레임 수이고,  $\epsilon_{f,k}$ 는 사용자 k에 대한 f번째 프레임의 패킷 에러율임

[0030] 에 따라서 산출된다.

[0031] 또한, 상기 인지 품질 예측부는, 사용자에게 대한 서비스의 유형이 브로드캐스트 서비스(broadcast service)와 멀티캐스트 서비스(multicast service) 중 어느 것인지를 판단하는 서비스 판단부; 상기 서비스 판단부에 의해 판단되는 서비스 유형이 브로드캐스트 서비스인 경우 상기 에러율 산출부에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 브로드캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 인지 품질을 예측하는 제1 인지 품질 예측부; 및 상기 서비스 판단부에 의해 판단되는 서비스 유형이 멀티캐스트 서비스인 경우 상기 에러율 산출부에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 멀티캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 인지 품질을 예측하는 제2 인지 품질 예측부를 포함한다.

[0032] 또한, 상기 제1 인지 품질 예측부에 의해 예측되는 인지 품질(Structural Similarity Index Metrix, SSIM)은 하기의 관계식

$$SSIM = a \cdot P_{k,i}^2 + b \cdot P_{k,i} + c \cdot SI + d \cdot TI + e$$

[0034] 여기서,  $P_{k,i}$ 는 비디오 콘텐츠의 i번째 계층을 사용자 k에게 전송하기 위한 전송 전력이고, SI(Spatial Information)는 상기 SVC 비트 스트림의 공간 정보이며, TI(Temporal Information)는 상기 SVC 비트 스트림의 시간 정보이고, a, b, c, d 및 e는 상수로서 브로드캐스트 서비스에 대한 회귀분석을 통해 설정되는 상수임

[0035] 에 따라 예측된다.

[0036] 또한, 상기 제2 인지 품질 예측부에 의해 예측되는 인지 품질(SSIM)은 하기의 관계식

$$\begin{aligned} SSIM &= a_1 \times (e^{-a_2 PER} - 1) + 1 \\ a_1 &= b_1 + b_2 SI, \\ a_2 &= b_3 SITI + b_4 SI + b_5 SI + b_6 \end{aligned}$$

[0037]

[0038] 여기서, PER은 상기 패킷 에러율이고,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$ ,  $b_5$ ,  $b_6$ 는 상수로서 멀티캐스트 서비스에 대한 회귀분석을 통해 설정되는 상수임

[0039] 에 따라 예측된다.

[0040] 또한, 상기 자원 산출부는, 상기 제1 인지 품질 예측부에서 예측되는 인지 품질을 사용하여 브로드캐스트 서비스시 최대 인지 품질을 갖는 자원을 산출하는 제1 자원 산출부; 및 상기 제2 인지 품질 예측부에서 예측되는 인지 품질을 사용하여 멀티캐스트 서비스시 사용자간 품질 공평성을 유지하기 위한 최대 인지 품질을 갖는 자원을 산출하는 제2 자원 산출부를 포함한다.

[0041] 또한, 상기 제1 자원 산출부에 의해 산출되는 자원은 전송 전력 자원이며,

[0042] 상기 전송 전력 자원은 하기의 관계식

$$\text{Max-quality} = \arg \max_{P_{k,i}} \sum_{i=1}^I a \cdot P_{k,i}^2 + b \cdot P_{k,i} + c \cdot SI + d \cdot TI + e$$

[0043]

[0044] 여기서, I는 SVC 계층의 인덱스임

[0045] 에 따라 산출된다.

[0046] 또한, 상기 제2 자원 산출부에 의해 산출되는 자원은 전송 전력 자원이며,

[0047] 상기 전송 전력 자원은 하기의 관계식

$$\text{Fair-quality} = \arg \max_{P_k} \sum_{k=1}^K a_1 \times (e^{-a_2 PER_k} - 1)$$

[0048]

[0049] 여기서,  $PER_k$ 는 사용자 k의 패킷 에러율임

[0050] 에 따라 산출된다.

[0051] 본 발명의 다른 특징에 따른 자원 할당 방법은,

[0052] 메시브 마이모 방식을 사용하여 비디오 신호를 전송하는 전송 장치가 비디오 서버로부터 입력되는 SVC 비트 스트림을 사용자에게 전송하기 위한 자원을 할당하는 방법으로서, 상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 상기 SVC 비트 스트림의 전송시의 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 단계; 사용자에게 대한 서비스의 유형을 판단하는 단계; 상기 서비스의 유형이 브로드캐스트 서비스인 경우, 상기 패킷 에러율을 사용하여 브로드캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 제1 인지 품질을 예측하고, 상기 제1 인지 품질을 사용하여 브로드캐스트 서비스시 최대 인지 품질을 갖는 제1 자원을 산출하는 단계; 상기 서비스의 유형이 멀티캐스트 서비스인 경우, 상기 패킷 에러율을 사용하여 멀티캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 제2 인지 품질을 예측하고, 상기 제2 인지 품질을 사용하여 멀티캐스트 서비스시 사용자간 품질 공평성을 유지하기 위한 최대 인지 품질을 갖는 제2 자원을 산출하는 단계; 및 상기 SVC 비트 스트림의 전송을 위해 상기 서비스의 유형에 따라 상기 제1 자원 또는 상기 제2 자원을 할당하는 단계를 포함한다.

[0053] 또한, 상기 설정값은 송신 안테나의 개수, 수신 안테나의 개수, 사용자 수 및 변조 차수를 포함한다.

[0054] 또한, 상기 제1 자원은 상기 SVC 비트 스트림의 계층별로 할당되는 전송 전력 자원이고, 상기 제2 자원은 사용자별로 할당되는 전송 전력 자원이다.

[0055] 또한, 상기 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 단계는, 상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 상기 전송 장치의

비트 에러율을 산출하는 단계; 및 상기 비트 에러율을 이용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 단계를 포함한다.

[0056] 본 발명의 또 다른 특징에 따른 컴퓨터 판독 가능 기록 매체는,

[0057] 매시브 마이모 방식을 사용하여 비디오 신호를 전송하는 전송 장치가 비디오 서버로부터 입력되는 SVC 비트 스트림을 사용자에게 전송하기 위한 자원을 할당하는 방법을 실행하는 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체로서, 상기 전송 장치의 설정값을 사용하여 상기 SVC 비트 스트림의 전송시의 사용자별 패킷 에러율을 산출하는 기능; 사용자에게 서비스의 유형을 판단하는 기능; 상기 서비스의 유형이 브로드캐스트 서비스인 경우, 상기 패킷 에러율을 사용하여 브로드캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 제1 인지 품질을 예측하고, 상기 제1 인지 품질을 사용하여 브로드캐스트 서비스시 최대 인지 품질을 갖는 제1 자원을 산출하는 기능; 상기 서비스의 유형이 멀티캐스트 서비스인 경우, 상기 패킷 에러율을 사용하여 멀티캐스트 서비스에 의해 전송되는 SVC 비트 스트림에 대한 제2 인지 품질을 예측하고, 상기 제2 인지 품질을 사용하여 멀티캐스트 서비스시 사용자간 품질 공평성을 유지하기 위한 최대 인지 품질을 갖는 제2 자원을 산출하는 기능; 및 상기 SVC 비트 스트림의 전송을 위해 상기 서비스의 유형에 따라 상기 제1 자원 또는 상기 제2 자원을 할당하는 기능을 포함하는 프로그램을 기록한다.

### 발명의 효과

[0058] 본 발명에 따르면, 비디오 콘텐츠를 수신하는 사용자측에서의 인지 품질을 최대화할 수 있다.

[0059] 또한, 비디오 콘텐츠의 전송을 위한 전송 전력 자원에 대해 비디오 서비스별로 적합한 자원 할당을 수행함으로써 서비스별로 인지 품질을 최대화할 수 있다.

[0060] 또한, 추가적인 자원의 사용없이 인지 품질을 최대한으로 높일 수 있어 자원 절약의 효과와 사용자 경험을 증대시킬 수 있다.

[0061] 또한, 전송 채널에 대한 사용자측의 피드백 없이 시스템의 설정만을 사용하여 인지 품질을 예측함으로써 비디오 콘텐츠 전송시 기존의 지연 현상이 발생하지 않아 실시간 전송이 가능하며 이로 인해 사용자측에서의 인지 품질 또한 향상된다.

[0062] 또한, 주어진 자원의 효율적인 사용과 멀티미디어 사용자의 인지 품질에 대한 만족을 동시에 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0063] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 비디오 무선 전송 시스템의 개략적인 구성도이다.

도 2는 브로드캐스트 서비스시 전송 전력 범위의 예를 도시한 도면이다.

도 3은 브로드캐스트 서비스시 SVC 계층별로 다른 전송 전력을 할당한 실험 결과를 도시한 도면이다.

도 4는 멀티캐스트 서비스시 사용자별로 동일한 전송 전력 할당시와 상이한 전송 전력 할당시의 사용자측에서의 비디오 콘텐츠 수신 결과를 도시한 도면이다.

도 5는 도 1에 도시된 전송 장치의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.

도 6은 도 5에 도시된 에러율 산출부의 구체적인 구성도이다.

도 7은 도 5에 도시된 인지 품질 예측부의 구체적인 구성도이다.

도 8은 도 5에 도시된 전력 자원 산출부의 구체적인 구성도이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법의 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0064] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 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.

- [0065] 명세서 전체에서, 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. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0066] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 비디오 무선 전송 시스템 및 그 방법에 대해 설명한다.
- [0067] 본 발명의 실시예에 따른 비디오 무선 전송 시스템은 메시브 마이모 시스템을 사용하며, 먼저 메시브 마이모 시스템의 에러율을 산출하는 방법에 대해 설명한다.
- [0068] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 비디오 무선 전송 시스템의 개략적인 구성도이다.
- [0069] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 비디오 무선 전송 시스템(10)은 비디오 서버(100), 전송 장치(200) 및 사용자(300)를 포함한다.
- [0070] 비디오 서버(100)는 송신될 비디오 데이터를 입력받아서 SVC(Scalable Video Coding) 코딩을 수행하여 대응되는 SVC 비트 스트림을 생성하여 출력한다. 여기서, SVC(Scalable Video Coding)는 시변 채널을 위한 H.264/MPEG4-AVC 표준 비디오 코덱의 종류로써, SVC 코딩은 높은 수준의 비디오 비트 스트림 부호화를 가능하게 한다. 이러한 SVC 신호들은 두 개의 그룹 계층 안에서 층마다 코딩화된 신호로 나뉘어진다. 하나는 기본 계층(Base layer) 신호로써 비디오 신호에서 가장 높은 우선순위를 가지며 반드시 송신되어야 하는 신호이다. 다른 하나는 향상 계층(Enhancement layer) 신호로써 기본 계층 신호에 결합되어 수신된 비디오의 품질을 향상시키는 역할을 담당한다. 따라서, 향상 계층 신호는 기본 계층 신호에 비해 낮은 우선순위를 가지게 된다.
- [0071] 전송 장치(200)는 비디오 서버(100)에서 출력되는 SVC 비트 스트림에 대해 채널 코딩 및 변조를 수행한 후 메시브 마이모 방식을 사용하여 사용자(300)에게 전송한다. 여기서, 전송 장치(200)는 구체적으로 이동 통신 시스템에서의 기지국(Base Station, BS)일 수 있으며, 이러한 기지국은 접근점(Access Point, AP), 무선 접근국(Radio Access Station, RAS), 노드B(Node B), 송수신 기지국(Base Transceiver Station, BTS), MMR(Mobile Multihop Relay)-BS 등을 지칭할 수도 있고, 접근점, 무선 접근국, 노드B, 송수신 기지국, MMR-BS 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.
- [0072] 또한, 사용자(300)는 실질적으로 사용자의 단말을 의미하지만 설명의 편의를 위해 사용자로 언급한다. 이 때의 단말(terminal)은 이동국(Mobile Station, MS), 이동 단말(Mobile Terminal, MT), 가입자국(Subscriber Station, SS), 휴대 가입자국(Portable Subscriber Station, PSS), 사용자 장치(User Equipment, UE), 접근 단말(Access Terminal, AT) 등을 지칭할 수도 있고, 이동 단말, 가입자국, 휴대 가입자국, 사용자 장치 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다. 그리고, 사용자(300)는 적어도 하나의 사용자로서 복수가 될 수 있다. 또한, 사용자는 복수의 수신 안테나를 사용하여 신호를 수신하는데, 이 때 사용자(300) 모두 동일한 개수의 수신 안테나를 사용한다.
- [0073] 기지국(200)이 사용자(300)에게 비디오를 전송하는 비시오 서비스 유형에 따라 브로드캐스트(broadcast) 서비스와 멀티캐스트(multicast) 서비스로 구분할 수 있다. 브로드캐스트 서비스는 동시에 서비스받는 사용자(300)에게 기지국(200)이 동일한 비디오 콘텐츠를 전송하는 서비스이다. 따라서, 복수의 사용자(300)는 모두 동일한 비디오 콘텐츠를 수신하게 된다. 반면에, 멀티캐스트 서비스는 동시에 서비스받는 사용자(300)별로 기지국(200)이 서로 다른 비디오 콘텐츠를 전송하는 서비스이다. 즉, 복수의 사용자(300)는 각각 별개의 비디오 콘텐츠를 수신할 수 있게 된다.
- [0074] 한편, 페이딩과 채널 변동이 큰 무선 환경에서 사용자의 직접적인 피드백 없이 전송 전에 시스템의 에러율을 알 수 있는 것은 어려운 일이다. 그러나 비디오 품질에 있어서 에러율을 가장 중요한 품질 저해 요인으로 하는 경우, 비디오 전송 전에 비디오 수신 장치로부터의 피드백 없이 패킷 에러율을 알 수 있다는 것은 중요한 정보가 된다.
- [0075] 먼저, 본 발명의 실시예에서는 메시브 마이모 기준으로 시스템 설정, 예를 들어, 송신 안테나 개수, 수신 안테나 개수, 사용자 수, 변조 차수 등만으로 시스템의 에러율을 알 수 있는 방법을 제시한다.
- [0076] 본 발명의 실시예에 따른 비디오 무선 전송 시스템(10)의 비트 에러율( $\overline{P_b}$ )은 [수학식 1]과 같이 구할 수 있다.

[0077] [수학식 1]

$$\overline{P_b} \approx \frac{1}{t} \operatorname{erfc} \left\{ \frac{\sqrt{P_k(N_t - KN_r)}}{KN_r} \sin \frac{\pi}{2^t} \right\}$$

[0079] 여기서,  $t$ 는 변조 차수이고,  $\operatorname{erfc}$ 는 Complementary Error Function을 의미하며,  $P_k$ 는 기지국(200)이 사용자  $k$ 에게 전송하는 신호의 전송 전력이고,  $N_t$ 는 송신 안테나의 개수이며,  $K$ 는 사용자(300)의 수이고,  $N_r$ 은 사용자(300)별 수신 안테나의 개수를 나타낸다.

[0080] 다음, [수학식 1]에서 구한 비트 에러율( $\overline{P_b}$ )을 이용하여 비디오 패킷당 패킷 에러율( $\epsilon_f$ )을 [수학식 2]와 같이 구할 수 있다. 여기서,  $\epsilon_f$ 는  $f$ 번째 프레임의 패킷 에러율을 의미한다.

[0081] [수학식 2]

$$\epsilon_f = 1 - (1 - \overline{P_b})^{\ell_p}$$

[0083] 여기서,  $\ell_p$ 는 패킷 길이를 나타낸다.

[0084] 따라서, 비디오 전체가 겪는 패킷 에러율( $\overline{\epsilon_k}$ )은 [수학식 3]과 같이 구할 수 있다. 여기서,  $\overline{\epsilon_k}$ 는 사용자  $k$ 에게 전송되는 하나의 비디오에 대한 평균 패킷 에러율을 의미한다.

[0085] [수학식 3]

$$\overline{\epsilon_k} = \frac{1}{F} \sum_{f=1}^F \epsilon_{f,k}$$

[0087] 여기서,  $F$ 는 하나의 비디오가 가지는 프레임 수이고,  $\epsilon_{f,k}$ 는 사용자  $k$ 에 대한  $f$ 번째 프레임의 패킷 에러율을 나타낸다.

[0088] 이와 같이, 본 발명의 실시예에서는 사용자(300)에게 전송될 비디오에 대한 패킷 에러율을 송신 안테나 개수, 수신 안테나 개수, 사용자 수, 변조 차수 등만으로 구할 수 있다.

[0089] 다음, 상기에서 구해지는 패킷 에러율을 사용하여 전송될 비디오의 인지 품질을 예측하는 방법에 대해 설명한다.

[0090] 본 발명의 실시예에서는 상기한 [수학식 3]에서 구해지는 패킷 에러율과 전송될 비디오 콘텐츠의 정보를 나타내는 공간 정보인 SI(Spatial Information)와 시간 정보인 TI(Temporal Information)를 이용하여 인지 품질을 예측한다. 여기서, SI는 비디오 콘텐츠의 공간정보를 나타내며 비디오 콘텐츠의 텍스처가 얼마나 복잡하고 다양한가를 나타낸다. 또한, TI는 비디오 콘텐츠의 시간 정보로써 비디오 콘텐츠의 객체들이 시간에 따라 얼마나 빨리 움직이는가를 나타낸다. 구체적으로, 본 발명의 실시예에서의 인지 품질은 SSIM을 사용하여 산출될 수 있다.

[0091] 본 발명의 실시예에서는 비디오 전송 서비스 방식인 브로드캐스트 서비스와 멀티캐스트 서비스가 서로 상이하므로 서로 다른 방식으로 인지 품질을 예측한다.

[0092] 먼저, 브로드캐스트 서비스에서 인지 품질을 예측하는 방법에 대해 설명한다.

[0093] 브로드캐스트 서비스는 기지국(200)이 동일한 비디오 콘텐츠 복수의 사용자(300)에게 동시에 전송하는 서비스이기 때문에 자원 할당시에 사용자(300)별로 동일한 전송 전력을 할당하므로 SVC 비트 스트림을 구성하는 SVC 계층별로 다른 전력을 할당하여 인지 품질을 최대화하는 것으로 한다.

[0094] 한편, 상기한 [수학식 3]에서 구해지는 패킷 에러율은 전송 전력을 그 파라미터로 가지고 있으므로 인지 품질 모델은 전송 전력을 조정 파라미터로 사용할 수 있다.



[0095] 따라서, 브로드캐스트 서비스에서의 인지 품질은 다음의 [수학식 4]와 같이 예측될 수 있다.

[0096] [수학식 4]

$$SSIM = a \cdot P_{k,i}^2 + b \cdot P_{k,i} + c \cdot SI + d \cdot TI + e$$

[0098] 여기서,  $P_{k,i}$ 는 비디오 콘텐츠의  $i$ 번째 계층을 사용자  $k$ 에게 전송하기 위한 전송 전력을 나타내고,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  및  $e$ 는 상수이다. 여기서, 상수는 브로드캐스트 서비스에 대한 다수의 실험을 통해 산출될 수 있다.

[0099] 구체적으로, 다수의 실험을 통해 자원 할당, 즉 전력 할당 변화에 따른 인지 품질에 영향을 미치는 요인을 분석하고, 그 결과로 전력, 콘텐츠 특성, 그리고 에러율과 품질간의 관계를 유추하여 회귀 분석을 통해 정확한 값을 설정할 수 있다. 도 2를 예로 들어 설명하면, 총 사용자당 전력 기준  $P_k = 5.5\text{dB}$ 인 경우 기존의 방식에서는 SVC 계층별로 동등하게 248dB씩 할당한다. 즉, 기본 계층(Base layer)을 위한 전력  $P_{k,1}$ 과 향상 계층(Enhancement layer)을 위한 전력  $P_{k,2}$ 가 서로 동등하게 2.48dB씩 자원 할당, 즉 전력 할당된다.

[0100] 그러나, 본 발명의 실시예에서는 도 2에서 알 수 있는 바와 같이 각 계층별로 전송 전력 범위가 서로 다르게 설정될 수 있고, 도 3에 도시된 바와 같이, 비디오 콘텐츠별로 자원 할당 실험 결과 SVC 계층별로 전력을 다르게 할당함으로써 인지 품질 최대화가 수행되는 것으로 나타남을 알 수 있으며, 이러한 실험 결과를 바탕으로 회귀 분석을 통해 상기한 다섯 개의 상수, 즉  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  및  $e$ 의 값을 설정할 수가 있다. 이러한 설정은 비디오 무선 전송 시스템별로 상이할 수가 있다는 것이 이해될 것이다.

[0101] 본 발명의 실시예에 따른 하나의 예로서, 상기한 상수가 다음과 같이 설정될 수 있다.

[0102]  $a = -9.8301$ ,  $b = -8.5383$ ,  $c = 0.3045$ ,  $d = -0.0042$ ,  $e = 15.337$

[0103] 다음, 멀티캐스트 서비스에서 인지 품질을 예측하는 방법에 대해 설명한다.

[0104] 멀티캐스트 서비스는 기지국(200)이 사용자(300)별로 상이한 비디오 콘텐츠를 동시에 전송하는 서비스이기 때문에 SVC 계층별 자원 할당, 즉 전력 할당보다 사용자별 품질 관리가 더 중요하므로 사용자별로 전력 할당을 달리 하는 자원 할당으로 사용자간 인지 품질 공정성을 유지함으로써 시스템 관점에서 인지 품질을 최대화하는 것으로 한다.

[0105] 따라서, 멀티캐스트 서비스에서의 인지 품질은 다음의 [수학식 5]와 같이 예측될 수 있다.

[0106] [수학식 5]

$$SSIM = a_1 \times (e^{-a_2 PER} - 1) + 1$$

$$a_1 = b_1 + b_2 SI,$$

$$a_2 = b_3 SIT + b_4 SI + b_5 SI + b_6$$

[0107]

[0108] 여기서, PER은 상기한 [수학식 3]에서의 패킷 에러율이고,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$ ,  $b_5$ ,  $b_6$ 는 상수이다. 여기서, 상수는 멀티캐스트 서비스에 대한 다수의 실험을 통해 산출될 수 있다.

[0109] 예를 들어, 25개의 비디오 콘텐츠의 데이터베이스에서 서로 다른 두 개의 비디오 콘텐츠를 사용자에게 동시에 서비스시, 즉 멀티캐스트 서비스시에 기존과 동일한 사용자별 동등 전력 분배 방식을 이용하면 서비스된 비디오 콘텐츠의 품질 차이가 극명해서 한 사용자의 서비스 품질이 현저히 나쁠 수 있으므로, 사용자별 비균등 자원 할당, 즉 사용자별 비균등 전력 할당을 통해 사용자간 서비스 품질의 격차를 낮출 수가 있다.

[0110] 다수의 멀티캐스트 서비스 실험을 통해 회귀분석이 수행된 결과, 상기한 6개의 상수, 즉  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$ ,  $b_5$ ,  $b_6$ 는 다음과 같이 설정될 수 있으며, 이러한 설정은 비디오 무선 전송 시스템별로 상이할 수가 있다는 것이 이해될 것이다.

[0111]  $[b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6] = [-0.2512, 0.0429, 0.0814, -1.0683, -2.8191, 39.2608]$

[0112] 다음, 브로드캐스트 서비스와 멀티캐스트 서비스별로 상기한 [수학식 4]와 [수학식 5]를 통해 예측되는 인지 품질을 사용하여 각 서비스별로 최대 인지 품질을 위한 자원 할당 방법에 대해 설명한다.

[0113] 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법에서는 사용자가 원하는 목표 인지 품질(SSIM)이 주어지거나 또는 주어진 자원에서 얻을 수 있는 최대 인지 품질을 찾아서 그에 해당하는 자원을 할당한다. 여기서의 자원은 전송 전력이며, 브로드캐스터 서비스의 경우 SVC 계층별로 할당되고, 멀티캐스트 서비스의 경우에는 사용자별로 할당될 것이다.

[0114] 먼저, 브로드캐스트 서비스에서의 자원 할당 방법에 대해 설명한다.

[0115] 다음의 [수학식 6]을 사용하여 사용자의 최대 인지 품질(Max-quality)을 갖는 전송 전력 값( $P_{k,i}$ )을 찾는다.

[0116] [수학식 6]

$$\text{Max-quality} = \arg \max_{P_{k,i}} \sum_{i=1}^I a \cdot P_{k,i}^2 + b \cdot P_{k,i} + c \cdot SI + d \cdot TI + e$$

[0117]

[0118] 여기서, I는 SVC 계층의 인덱스를 나타낸다.

[0119] 따라서, 기지국(200)은 상기한 [수학식 6]에 의해 찾아지는 SVC 계층별 전송 전력에 따라 전력 자원을 할당하면 브로드캐스트 서비스에서의 해당 비디오 전송시 사용자(300) 측에서의 최대 인지 품질을 제공할 수 있다.

[0120] 다음, 멀티캐스트 서비스에서의 자원 할당 방법에 대해 설명한다.

[0121] 멀티캐스트 서비스에서는 사용자간 품질 공평성(Fair-quality)을 유지해야하므로 시스템 관점의 최대 인지 품질을 갖는 사용자별 전송 전력 값을 찾는다. 즉, 다음의 [수학식 7]을 사용하여 사용자간 품질 공평성을 유지하기 위한 최대 인지 품질(Max-quality)을 갖는 사용자별 전송 전력 값( $P_k$ )을 찾는다.

[0122] [수학식 7]

$$\text{Fair-quality} = \arg \max_{P_k} \sum_{k=1}^K a_1 \times (e^{-a_2 PER_k} - 1)$$

[0123]

[0124] 여기서,  $PER_k$ 는 사용자 k의 패킷 에러율이다.

[0125] 따라서, 기지국(200)은 상기한 [수학식 7]에 의해 찾아지는 사용자별 전송 전력에 따라 사용자별로 전력 자원을 할당하면 멀티캐스트 서비스에서의 해당 비디오 전송시 사용자(300) 측에서의 최대 인지 품질을 제공할 수 있다.

[0126] 본 발명의 실시예에 따른 멀티캐스트 서비스시 상기한 [수학식 7]에 의해 찾아지는 사용자별 전송 전력에 따라 사용자별로 다른 전송 전력을 할당하는 경우와 기존과 같이 사용자별로 동일한 전송 전력을 할당하는 경우 각 사용자에게 의해 수신되는 비디오 콘텐츠의 수신 예가 도 4에 도시되어 있다. 도 4를 참조하면, 기존의 방식(No algorithm)의 경우에 비해 본 발명의 실시예에 따른 방식(Proposed)에서의 전체 시스템 품질 이득이 0.12 더 큰 것으로 나타났다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따라 멀티캐스트 서비스시 사용자별로 찾아지는 전송 전력으로서 서로 다르게 할당함으로써 사용자에게 대한 최대의 인지 품질을 제공할 수가 있다.

[0127] 이와 같이, 본 발명의 실시예에서는 브로드캐스트 서비스시 사용자별로 동일한 전송 전력을 할당하고, 사용자에게 전송되는 비디오 콘텐츠의 SVC 계층별로 다른 전력을 할당함으로써 인지 품질을 최대화할 수 있다. 또한, 멀티캐스트 서비스의 경우, 사용자별로 다른 전력을 할당함으로써 사용자간 인지 품질 공평성을 유지하게 되어 시스템 관점에서 인지 품질을 최대화할 수 있다.

[0128] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 전송 장치(200)에 대해 설명한다.

[0129] 도 5는 도 1에 도시된 전송 장치(200)의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.

[0130] 도 5에 도시된 바와 같이, 전송 장치(200)는 수신부(210), 코딩 및 변조부(220), 송신부(230), 에러율 산출부(240), 인지 품질 예측부(250), 전력 자원 산출부(260) 및 전력 자원 할당부(270)를 포함한다.

[0131] 수신부(210)는 비디오 서버(100)에서 출력되는 SVC 비트 스트림을 수신한다.

[0132] 코딩 및 변조부(220)는 수신부(210)를 통해 수신되는 SVC 비트 스트림에 대한 코딩 및 변조를 수행하여 출력한다. 여기서, 무선 통신 시스템에서의 코딩 및 변조 기술에 대해서는 이미 잘 알려져 있으므로 구체적인 설명은

생략한다.

- [0133] 송신부(230)는 코딩 및 변조부(220)에서 출력되는 코딩 및 변조된 신호에 대해 메시브 마이모 방식을 사용하여 사용자(300)에게 전송한다.
- [0134] 에러율 산출부(240)는 수신부(210)를 통해 수신되는 SVC 비트 스트림을 사용하여 사용자별로 패킷 에러율을 산출한다. 구체적으로, 에러율 산출부(240)는 상기한 [수학식 1]을 사용하여 비디오 무선 전송 시스템(10)의 비트 에러율을 산출하고, 산출되는 비트 에러율에 상기한 [수학식 2]와 [수학식 3]을 사용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출한다.
- [0135] 인지 품질 예측부(250)는 에러율 산출부(240)에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 전송되는 비디오 콘텐츠에 대한 인지 품질을 예측한다. 이 때, 인지 품질 예측부(250)는 비디오 콘텐츠가 사용자(300)에게 서비스되는 유형에 따라 인지 품질을 예측하며, 서비스의 유형으로는 브로드캐스트 서비스와 멀티캐스트 서비스로 구분된다. 따라서, 인지 품질 예측부(250)는 서비스 유형이 브로드캐스트 서비스인 경우에는 상기한 [수학식 4]를 사용하여 인지 품질을 예측하고, 서비스 유형이 멀티캐스트 서비스인 경우에는 상기한 [수학식 5]를 사용하여 인지 품질을 예측한다.
- [0136] 전력 자원 산출부(260)는 인지 품질 예측부(250)에서 예측되는 인지 품질을 사용하여 송신부(230)에서 사용자(300)에게 전송될 신호에 대해 할당되는 자원, 구체적으로는 전송 전력을 산출한다. 이 때, 전력 자원 산출부(260)도 서비스별로 전송 전력을 다르게 산출한다. 즉, 전력 자원 산출부(260)는 브로드캐스트 서비스에 대해서는 [수학식 6]을 사용하여 전송 전력을 산출하고, 멀티캐스트 서비스에 대해서는 [수학식 7]을 사용하여 전송 전력을 산출한다.
- [0137] 전력 자원 할당부(270)는 전력 자원 산출부(260)에서 산출되는 전송 전력의 자원을 송신부(230)에서 송신되는 신호에 대해 할당하여 할당된 자원을 이용하여 신호가 사용자(300)들에게 전송될 수 있도록 한다.
- [0138] 도 6은 도 5에 도시된 에러율 산출부(240)의 구체적인 구성도이다.
- [0139] 도 6에 도시된 바와 같이, 에러율 산출부(240)는 비트 에러율 산출부(241) 및 패킷 에러율 산출부(243)를 포함한다.
- [0140] 비트 에러율 산출부(241)는 전송 장치(200)의 시스템 설정, 즉, 송신 안테나 개수, 수신 안테나 개수, 사용자 수 및 변조 차수를 사용하여 전송 장치(200)의 비트 에러율을 산출한다. 이 때, 비트 에러율 산출부(241)는 상기한 [수학식 1]을 사용하여 전송 장치(200)의 비트 에러율을 산출할 수 있다.
- [0141] 패킷 에러율 산출부(243)는 비트 에러율 산출부(241)에서 산출되는 비트 에러율을 이용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출한다. 구체적으로, 패킷 에러율 산출부(243)는 비트 에러율 산출부(241)에서 산출되는 비트 에러율을 이용하여 비디오 패킷당 패킷 에러율을 산출하고, 산출되는 패킷당 패킷 에러율을 이용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출한다. 이 때, 패킷 에러율 산출부(243)는 상기한 [수학식 2]를 사용하여 비디오 패킷당 패킷 에러율을 산출하고, 상기한 [수학식 3]을 사용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출한다.
- [0142] 도 7은 도 5에 도시된 인지 품질 예측부(250)의 구체적인 구성도이다.
- [0143] 도 7에 도시된 바와 같이, 인지 품질 예측부(250)는 서비스 판단부(251), 제1 인지 품질 예측부(253) 및 제2 인지 품질 예측부(255)를 포함한다.
- [0144] 서비스 판단부(251)는 사용자(300)에게 전송되는 비디오 콘텐츠의 서비스 유형을 판단한다. 즉, 서비스 판단부(251)는 사용자(300)에게 전송되는 비디오 콘텐츠의 서비스가 브로드캐스트 서비스인지 아니면 멀티캐스트 서비스인지를 판단한다.
- [0145] 서비스 판단부(251)는 판단되는 서비스 유형에 따라 제1 인지 품질 예측부(253)와 제2 인지 품질 예측부(255) 중 하나를 작동시킨다. 즉, 서비스 판단부(251)는 서비스 유형이 브로드캐스트 서비스이면 제1 인지 품질 예측부(253)를 작동시키고, 서비스 유형이 멀티캐스트 서비스이면 제2 인지 품질 예측부(255)를 작동시킨다. 이러한 작동은 서비스 판단부(251)가 에러율 산출부(240)에서 산출되는 패킷 에러율을 전달함에 의해 수행될 수 있다.
- [0146] 제1 인지 품질 예측부(253)는 에러율 산출부(240)에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 브로드캐스트 서비스에 의해 전송되는 비디오 콘텐츠에 대한 인지 품질을 예측한다. 구체적으로, 제1 인지 품질 예측부(253)는 상기한 [수학식 4]를 사용하여 인지 품질을 예측한다.



- [0147] 제2 인지 품질 예측부(255)는 에러율 산출부(240)에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 멀티캐스트 서비스에 의해 전송되는 비디오 콘텐츠에 대한 인지 품질을 예측한다. 구체적으로, 제2 인지 품질 예측부(255)는 상기한 [수학식 5]를 사용하여 인지 품질을 예측한다.
- [0148] 도 8은 도 5에 도시된 전력 자원 산출부(260)의 구체적인 구성도이다.
- [0149] 도 8에 도시된 바와 같이, 전력 자원 산출부(260)는 제1 전력 자원 산출부(261) 및 제2 전력 자원 산출부(263)를 포함한다.
- [0150] 제1 전력 자원 산출부(261)는 인지 품질 예측부(250)에서 예측되는 인지 품질을 사용하여 브로드캐스트 서비스를 통해 송신부(230)에서 사용자(300)에게 전송될 신호에 대해 할당되는 전력 자원을 산출한다. 구체적으로, 제1 전력 자원 산출부(261)는 인지 품질 예측부(250)의 제1 인지 품질 예측부(253)에서 예측되는 인지 품질과 상기한 [수학식 6]을 사용하여 브로드캐스트 서비스시 최대 인지 품질을 갖는 전력 자원을 산출한다. 여기서의 전력 자원은 SVC 계층별 전송 전력의 값이 된다.
- [0151] 제2 전력 자원 산출부(263)는 인지 품질 예측부(250)에서 예측되는 인지 품질을 사용하여 멀티캐스트 서비스를 통해 송신부(230)에서 사용자(300)에게 전송될 신호에 대해 할당되는 전력 자원을 산출한다. 구체적으로, 제2 전력 자원 산출부(263)는 인지 품질 예측부(250)의 제2 인지 품질 예측부(255)에서 예측되는 인지 품질과 상기한 [수학식 7]을 사용하여 멀티캐스트 서비스시 사용자간 품질 공평성을 유지하기 위한 최대 인지 품질을 갖는 사용자별 전력 자원을 산출한다. 여기서의 사용자별 전력 자원은 사용자별 전송 전력의 값이 된다.
- [0152] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법에 대해 설명한다. 본 실시예에서의 자원 할당 방법은 상기한 도 5 내지 도 8을 사용하여 전송 장치(200)를 설명한 내용에 대응된다.
- [0153] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법의 흐름도이다. 본 실시예에서의 자원 할당 방법은 전송 장치(200)에 의해 수행된다. 또한, 본 실시예에서 언급되는 자원은 전송 장치(200)가 사용자(300)에게 신호를 전송하기 위한 전송 전력 자원을 나타낸다.
- [0154] 도 9를 참조하면, 먼저, 사용자(300)에게 전송될 비디오 콘텐츠에 대응되는 SVC 비트 스트림을 비디오 서버(100)로부터 수신한다(S100).
- [0155] 그 후, 수신되는 SVC 비트 스트림을 사용하여 사용자별로 패킷 에러율을 산출한다(S110). 구체적으로, 상기한 [수학식 1]을 사용하여 비디오 무선 전송 시스템(10)의 비트 에러율을 산출하고, 산출되는 비트 에러율에 상기한 [수학식 2]와 [수학식 3]을 사용하여 사용자별 패킷 에러율을 산출한다.
- [0156] 다음, 사용자(300)에 대한 비디오 콘텐츠의 전송이 브로드캐스트 서비스에 의한 것인지 아니면 멀티캐스트 서비스에 의한 것인지를 판단한다(S120). 즉, 비디오 무선 전송 서비스의 유형이 어떤 것인지가 판단되는 것이다.
- [0157] 만약 서비스 유형이 브로드캐스트 서비스라면, 상기 단계(S110)에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 브로드캐스트 서비스시의 인지 품질을 예측한다(S130). 이 때, 브로드캐스트 서비스시의 인지 품질은 상기한 [수학식 4]를 사용하여 예측된다.
- [0158] 그 후, 예측되는 인지 품질을 사용하여 브로드캐스트 서비스를 통해 사용자(300)에게 전송될 신호에 대해 할당되는 자원, 즉 전송 전력 자원을 산출한다(S140). 이 때, 전송 전력 자원은 상기한 [수학식 6]에 의해 산출되며, 브로드캐스트 서비스시 산출되는 전송 전력 자원은 SVC 계층별 전송 전력 자원이다.
- [0159] 따라서, 전송 장치(200)는 상기 단계(S140)에서 산출되는 SVC 계층별 전송 전력 자원을 SVC 비디오 스트림의 계층별로 할당할 수 있다(S150).
- [0160] 한편, 상기 단계(S120)에서, 서비스 유형이 멀티캐스트 서비스라면, 상기 단계(S110)에서 산출되는 패킷 에러율을 사용하여 멀티캐스트 서비스시의 인지 품질을 예측한다(S160). 이 때, 멀티캐스트 서비스시의 인지 품질은 상기한 [수학식 5]를 사용하여 예측된다.
- [0161] 그 후, 예측되는 인지 품질을 사용하여 멀티캐스트 서비스를 통해 사용자(300)에게 전송될 신호에 대해 할당되는 자원, 즉 전송 전력 자원을 산출한다(S170). 이 때, 전송 전력 자원은 상기한 [수학식 7]에 의해 산출되며, 멀티캐스트 서비스시 산출되는 전송 전력 자원은 사용자별 전송 전력 자원이다.
- [0162] 따라서, 전송 장치(200)는 상기 단계(S170)에서 산출되는 사용자별 전송 전력 자원을 사용자별로 할당할 수 있다(S180).

[0163] 그 후, 전송 장치(200)는 할당된 전송 전력 자원을 사용하여 SVC 비트 스트림에 대응되는 신호를 사용자(300)에게 전송한다(S190).

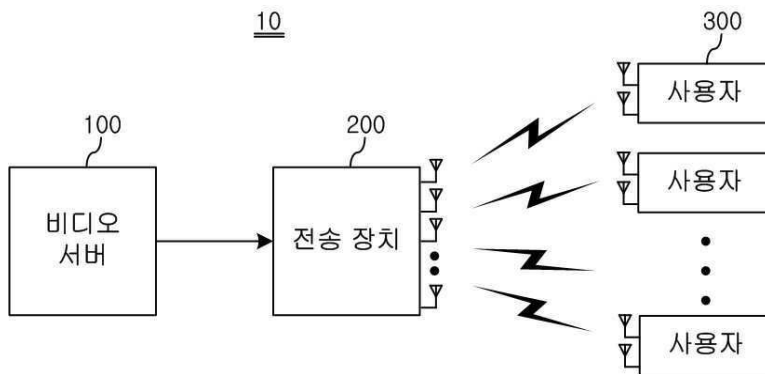
[0164] 이와 같이, 본 발명의 실시예에서는 브로드캐스트 서비스시 사용자별로 동일한 전송 전력을 할당하고, 사용자에게 전송되는 비디오 콘텐츠의 SVC 계층별로 다른 전력을 할당함으로써 인지 품질을 최대화할 수 있다. 또한, 멀티캐스트 서비스의 경우, 사용자별로 다른 전력을 할당함으로써 사용자간 인지 품질 공평성을 유지하게 되어 시스템 관점에서 인지 품질을 최대화할 수 있다.

[0165] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예는 장치 및 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하는 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.

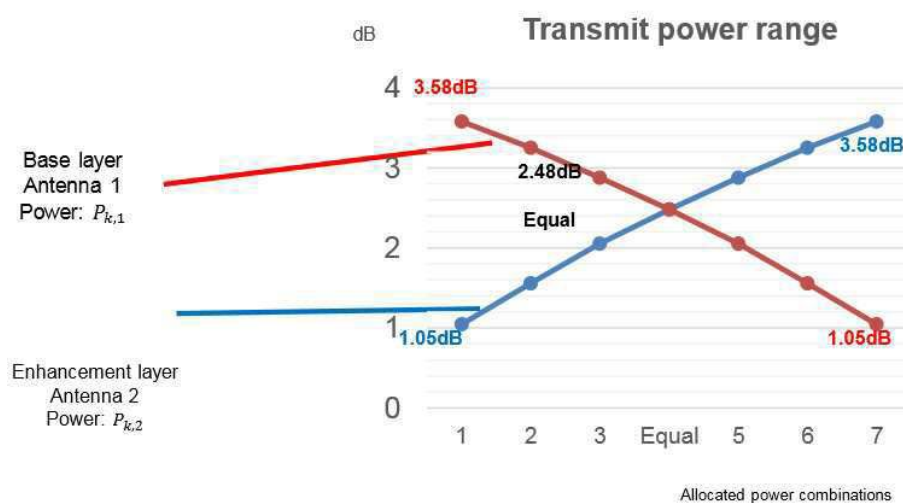
[0166] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

## 도면

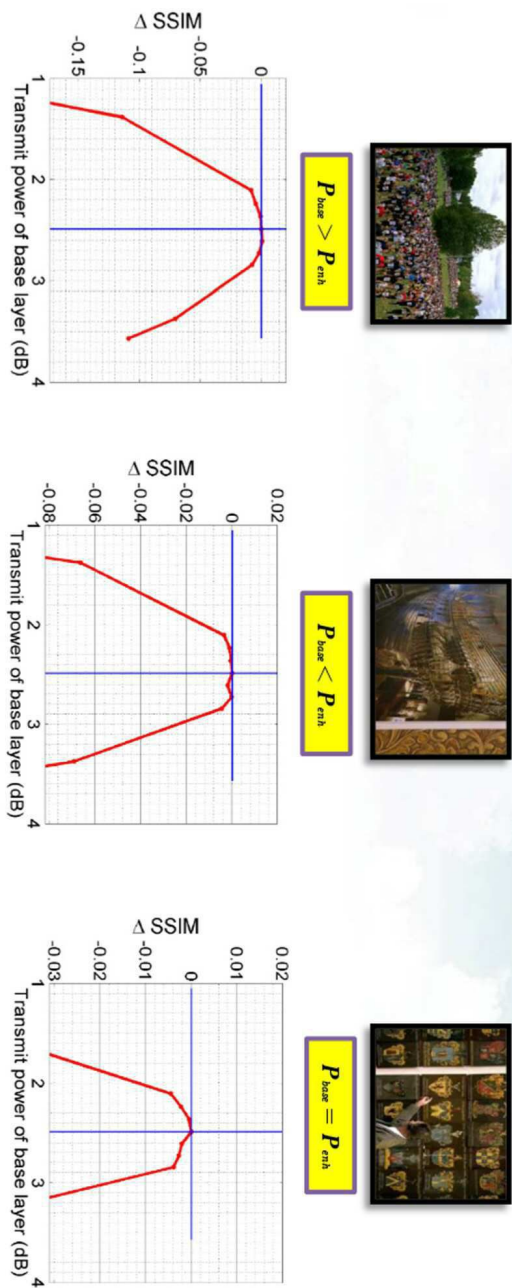
### 도면1



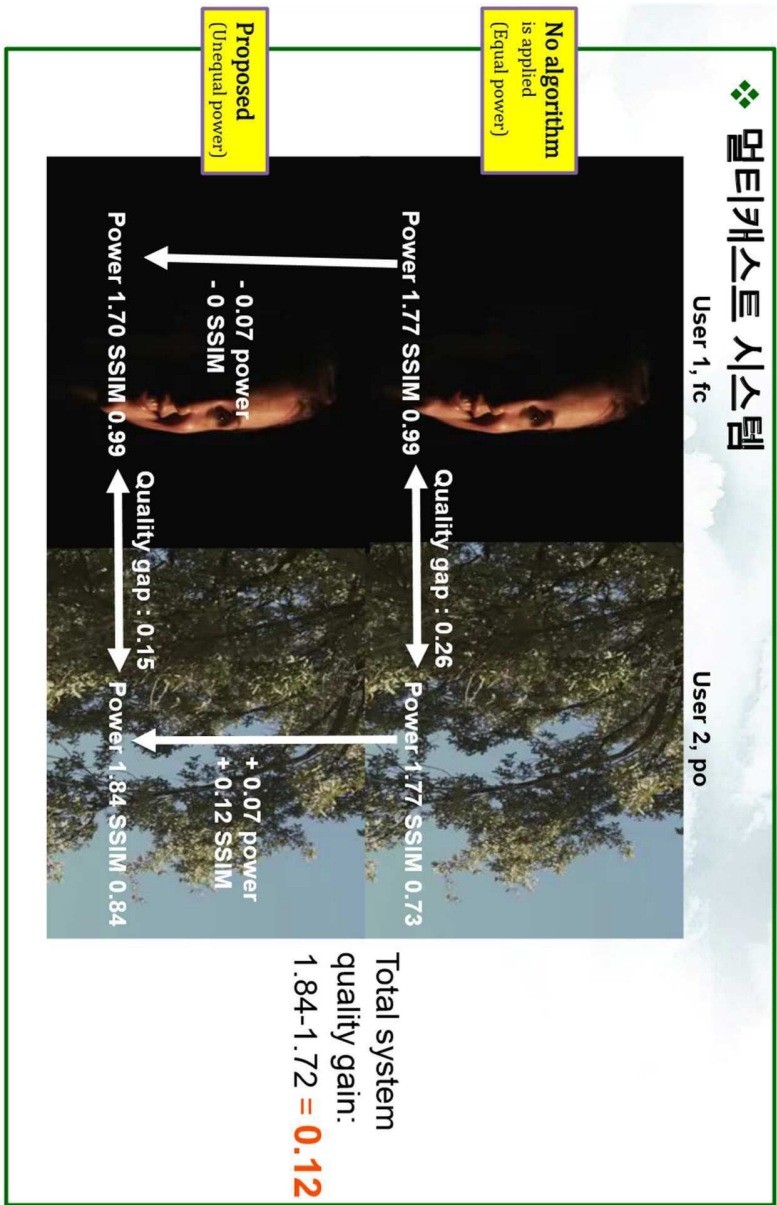
### 도면2



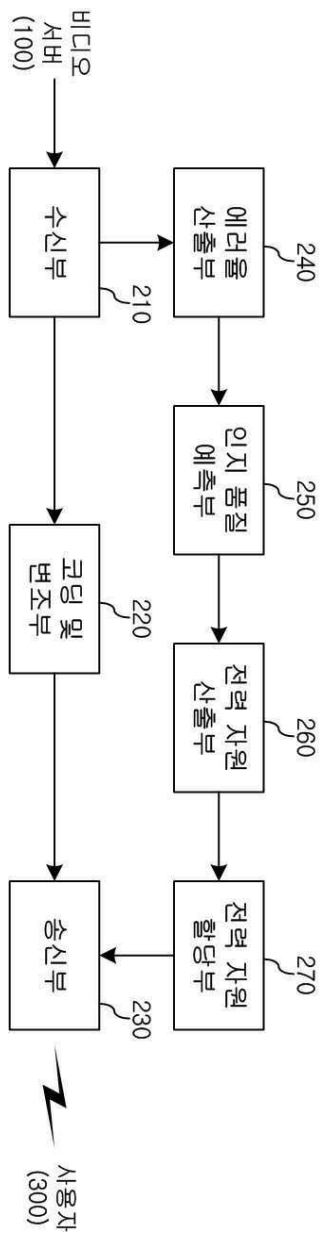
도면3



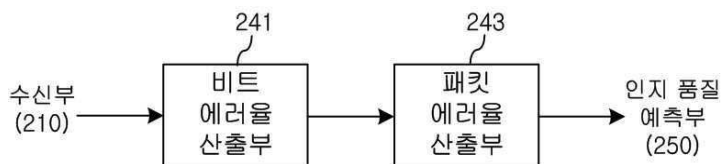
도면4



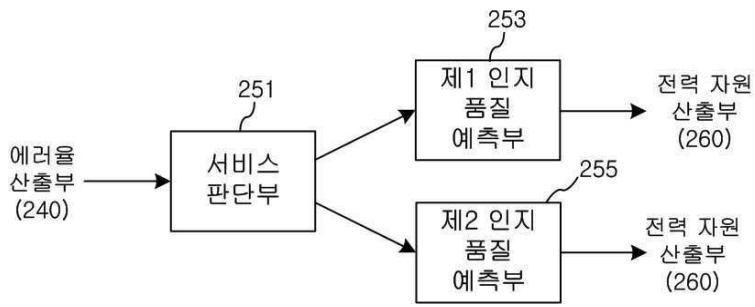
도면5



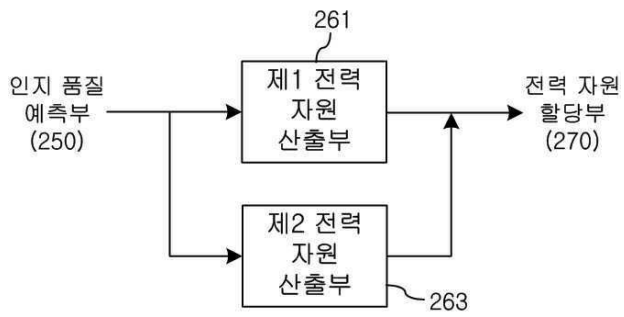
도면6



도면7



도면8



도면9

