



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0114160
(43) 공개일자 2011년10월19일

(51) Int. Cl.

H04N 7/24 (2011.01) H04N 7/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0033651

(22) 출원일자 2010년04월13일

심사청구일자 2010년04월13일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

주식회사 아이캔텍

경기도 성남시 분당구 정자동 25-1 킨스타워 13층

(72) 발명자

김영환

강원 원주시 흥업면 연세대학교원주캠퍼스 창조관 252호

박현

서울특별시 서초구 방배2동 435-31

(뒷면에 계속)

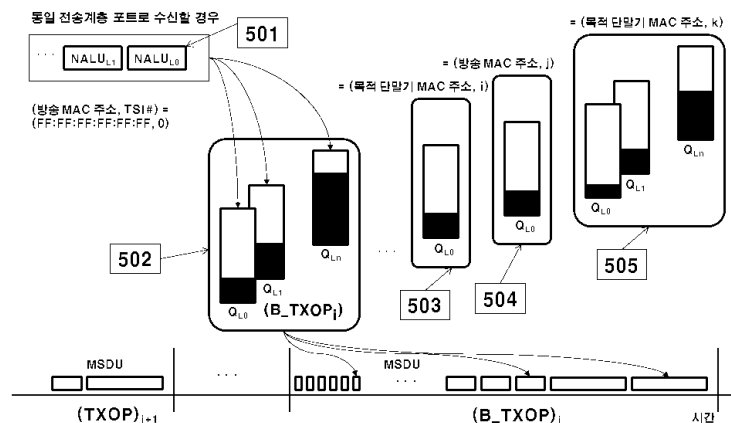
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 802.11 무선랜 매체제어계층 및 다중 전송률 물리계층을 사용하는 무선 네트워크에서의 스케일러블 동영상 방송

(57) 요약

본 발명은 IEEE 802.11 기반 무선 네트워크에서 H.264/SVC 동영상 스트림의 효과적인 방송방법을 고안하였다. 발명의 방식은 방송될 동영상을 H.264/SVC 코덱으로 여러 계층을 가지도록 압축하고, IEEE 802.11e HCCA 기반의 AP에서 동영상 데이터의 중요도에 따라 전송속도를 달리하여 대역폭 사용률 측면에서 우수하고 재생품질에는 차이가 있으나, 가급적 모든 단말기에서 재생할 수 있도록 하여 지속적인 서비스가 가능하도록 하는 장점이 있다. 이와 같은 장점이 있는 발명의 방식은 공연장, 전시장, 캠퍼스, 핫스팟, 등은 물론 임시 무선 네트워크 시설을 갖출 때, 효과적인 동영상 방송 서비스를 제공할 수 있다. 뿐만 아니라, 발명 방식은 동영상 방송 서비스 제공자의 요구에 따라 AP의 기능 및 성능 조절이 자유롭고, 무선 단말기 사용자들은 전용 재생 재생기 설치만으로 누구나 사용할 수 있다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

석정봉

강원도 원주시 명륜1동 현대1차아파트 103-1104호

김윤수

경기도 성남시 수정구 수진1동 1~764 성남벤처빌딩
211호

특허청구의 범위

청구항 1

[도 1]에서 표현하고 있는 바와 같이 거리로 대표될 수 있는 무선 단말기의 통신환경을 감안한 효과적인 소규모 동영상 방송 방법으로, IEEE 802.11 무선랜 기반에서 H.264/SVC 코덱으로 여러 계층을 가지도록 만든 동영상을 중요도에 따라 전송속도를 달리하여 전송하는 방송방식.

청구항 2

[도 4a/b]에서 표현한 H.264/SVC 동영상의 NAL 패킷들을 D, T, Q 파라미터를 활용하여 HCCA 전송큐로 1:1 사상하여 입력하는 방식.

청구항 3

위 [청구항 2]에서 NAL 패킷의 D, T, Q 파라미터를 HCCA 전송큐로 사상하기 위한 방법으로서 [수학식 4].

청구항 4

[도 5]에서 표현하고 있는 계층간 전송순서 및 방법으로서, 중요도가 높은 동영상 계층의 패킷일수록 낮은 전송 속도와 먼저 전송하는 방식.

청구항 5

기존 방식 TXOP과 발명 방식 B_TXOP을 공존할 수 있도록 설계한 [수학식 4]와 B_TXOP의 계산 방법인 [수학식 5].

청구항 6

H.264/SVC 동영상의 계층마다 충분한 IEEE 802.11 물리계층의 전송속도를 선택하는 방법으로서 [수학식 4].

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 IEEE 802.11 기반 무선 네트워크에서 H.264/SVC 동영상 스트림의 효과적인 방송방법을 고안하였다. 더욱 상세하게는, 널리 사용되고 있는 IEEE 802.11 무선 네트워크에서 각기 다른 통신환경에 있는 다수 무선 단말기에, 최신 동영상 압축기술인 H.264/SVC 코덱 (codec)을 활용하여 동영상을 실시간으로 방송할 수 있는 효과적인 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] IEEE 802.11 무선랜 (Wireless Local Area Network, WLAN) 표준은 상용화에 유일하게 성공하여, 세계적으로 광범위하게 사용되고 있다. IEEE 802.11 작업그룹 (Working Group, WG)은 1997년 초기 표준을 발표하였고, 이후 고속 물리계층 (Physical Layer, PHY)으로서 1999년 802.11a/b와 2003년 802.11g 표준을 추가하였다. 근래에는 실시간 멀티미디어 트래픽의 효과적인 전송과 효율적인 자원 사용을 위해, Quality of Service (QoS) 성능을 향상시킨 802.11e Medium Access Control (MAC) 프로토콜을 2005년에 추가하였다.

- [0003] 802.11e MAC의 Hybrid Coordination Function (HCF)은, 경쟁방식의 Enhanced Distributed Channel Access (EDCA)와 비경쟁 방식의 HCF Controlled Channel Access (HCCA)으로 나누어진다. HCCA는 실시간 멀티미디어 트래픽의 효과적인 전송을 위해, 비경쟁 방식인 폴링 (polling) 기반으로 무선 단말이 요구한 전송권한 (Transmission Opportunity, TXOP)을 부여한다. HCCA는 폴링 제어를 위해 중재자 (coordinator)가 필요하며 이를 Hybrid Coordinator (HC)라 한다. HC에는 무선 단말의 TXOP 요구에 대한 수락여부를 결정하는 수락제어기 (admission controller)와, TXOP 폴링을 제어하기 위한 스케줄러 (scheduler)가 있다. 이들은 HCCA의 성능을 결정하는 매우 중요한 기능이지만, 802.11e 표준에서는 이들을 선택 항목으로 규정하고, 다만 구현을 돕기 위해 참조모델 (reference model)을 제공하고 있다.
- [0004] 1990년 이후 Motion Picture Experts Groups (MPEG)에서는 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 등 비디오 압축 표준을 내놓았고, International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)에서는 H.261, H.263 등을 내놓았다. 이 두 그룹이 같이 표준화를 진행한다는 것은 매우 큰 의미가 있다. 이는 미래에 멀티미디어 서비스가 어느 방향으로 진화해갈 것인가를 짐작하게 한다.
- [0005] MPEG은 동영상 감상이 목표이므로 품질이 좋은 비디오를 주로 다루었고, ITU-T는 통신망을 통해 실시간으로 비디오가 전송되어야 했으므로, 낮은 비트율 코딩을 주로 다루면서 통신망에서 일어날 수 있는 예러나 지연에 대해 많이 고려하였다. 그런데, 앞으로는 통신망이 광역화하므로 ITU-T의 낮은 비트율 코딩은 점차 비트율을 높여왔다. 방송망과 각종 통신망이 연동하는 혼재통신 망 (heterogeneous network)이 등장하므로, MPEG에서도 이러한 망을 이용한 서비스를 고려하게 되면서 두 그룹이 만나게 된 것이다. 즉, 고품질의 비디오를 통신망으로 전송하는 서비스를 공동 목표로 갖게 된 것이다.
- [0006] Scalable Video Coding (SVC)은 이러한 환경에 적합한 코딩방식이다. 즉, 하나의 비디오를 여러 개의 비트 스트림으로 코딩하여 상황에 맞게 전송하는 것이다. 예를 들어, 5개의 계층으로 5개의 비트 스트림으로 코딩하였다면, 상황이 나쁠 때는 1번 비트 스트림만, 좀 좋아지면, 1번과 2번 비트 스트림을, 더 좋아지면 3번 비트 스트림도 보낸다. 이렇게 1, 1+2, 1+2+3, 1+2+3+4, 1+2+3+4+5 순서로 전송률이 높아지면서 더 좋은 품질의 비디오를 전송할 수 있게 된다. 이러한 방식은 1994년 표준화된 MPEG-2에서도 사용되었다. 그러나, 그동안은 통신망을 통하여 디지털 비디오 전송이 가능한 정도까지만 시스템이 개발되었으므로 실제로 사용되지는 않고 있었다. MPEG-4에서는 Fine Grain Scalable Coding (FGS)이라고 하여, 1번, 2번, 3번 이렇게 점프를 하지 않고, 서서히 비트율이 증가하면서 화질도 같이 서서히 증가하는 방식도 표준화 되었다. 현재 SVC도 이러한 과거의 방식에서 크게 바뀌진 않았으나, 현재 네트워크 환경이 혼재통신망으로 바뀌면서 비상한 관심을 끌게 되었다.
- [0007] 기본적으로 3가지 방식이 존재한다. 시간적 계층화 (temporal scalable coding), 공간적 계층화 (spatial scalable coding), 품질 계층화 (SNR scalable coding 또는 quality scalable coding)이 그것이다. 시간적 계층화는 네트워크 상황이 좋을 때는 1초에 7.5 프레임 (2초에 16프레임)을 보내다가, 상황이 좋아지면 1초에 15프레임, 더 좋아지면 30프레임을 보내는 방식이다. 매우 간단한 방법이나, 최대비트율이 최저비트율의 약 2~3배 정도로 비트율의 가변폭이 떨어진다. 공간적 계층화는 네트워크 사정이 나쁠 때는 화면 크기를 100x100으로 했다면, 좋아지면 200x200, 더 좋아지면 400x400으로 복호화할 수 있도록 전송한다. 계층화 방식중 가장 복잡한 방식이나, 최대비트율이 최저비트율의 약 10배 이상이 되므로 비트율의 가변폭이 매우 우수하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) [문헌 1] 출원번호 : 10-2007-0132722, "무선 홈 네트워크에서 H. 264 SVC 멀티미디어 데이터의 로드 밸런싱 시스템 및 방법"
- (특허문헌 0002) [문헌 2] 출원번호 : 10-2009-0038012, "세션별 대역폭 보장을 위한 802.11 폴링 및 큐 관리 기법"

비특허문헌

- [0009] (비특허문헌 0001) [문헌 1] Yaser Pourmohammadi Fallah, Panos Nasiopoulos, Hussein Alnuweiri, "Efficient transmission of H.264 video over multirate IEEE 802.11e WLANs," EURASIP Journal on Wireless

Communications and Networking, Vol. 2008, Jan. 2008.

(비특허문헌 0002)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 단일 네트워크에서 실시간 동영상을 방송하는 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 먼저, 모든 단말기들에게 점대점 (point to point, unicast)으로 전송하여 실제로는 동시에 방송되는 것처럼 보이게 할 수 있다. 다른 방법으로는 모든 단말기들이 하나의 물리적 전송매체에 연결되어 있는 상황에서 데이터를 일률적으로 수신하는 방법이 있다.
- [0011] 유선과는 다르게 보통 무선 단말기는 통신환경에 따라 자동으로 변조 (modulation) 방법을 바꾸어 보다 효과적인 데이터 전송이 가능하기 때문에, 첫 번째 방법은 각 단말기의 상황에 맞게 전송할 수 있어 높은 전송품질이 기대된다. 그러나, 동영상과 같이 단위시간당 많은 데이터를 모든 단말기에 반복적으로 전송하기에는 한정된 대역폭으로 인해, 매우 제한적인 단말기에만 방송 가능하다.
- [0012] 두 번째 방법은 동일한 데이터를 한번에 모든 무선 단말기에서 수신하기 때문에 단말기 수에 제한이 없다. 반면에 무선 단말기들의 통신환경 차이가 클 경우에는 적절한 전송 속도, 동영상 압축 방법 등을 결정하기가 매우 어렵다. 예를 들어, 높은 전송 속도와 고화질의 낮은 압축률은 멀리 있는 무선 단말기가 신호를 수신하여도 해독 불가능할 확률이 높으므로 올바른 동영상 재생이 어렵다. 반대로 멀리있는 무선 단말기를 위해 낮은 전송속도와 높은 동영상 압축률은 가까이 있는 무선 단말기들에게 대역폭 낭비와 낮은 품질의 동영상이 제공될 뿐이다.
- [0013] 본 발명은 각기 다른 통신환경에 놓여 있는 다수의 무선 단말기들에게 효과적으로 동영상을 방송할 수 있는 방식을 고안하였다. 구체적으로, 발명의 방식은 무선 단말기의 수에 제한 없이, 각 무선 단말기가 올바르게 수신한 동영상 데이터만을 활용하여 재생할 수 있도록, 동영상을 여러 단계로 나누어 중요도에 따라 적절한 전송속도로 전송될 수 있도록 한다. 다시 말해, 우수한 통신환경의 무선 단말기에서는 최상 품질의 동영상을 시청할 수 있도록 하고, 열악한 통신환경의 무선 단말기도 비록 낮은 품질이지만 동영상을 시청할 수 있도록 한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 발명의 방식은 IEEE 802.11e HCCA MAC 프로토콜과 최신 동영상 압축기술인 H.264/SVC 코덱을 필요로 한다. IEEE 802.11 무선랜은 발명의 방식을 적용하기 위한 네트워크 기반이며, 물리계층과 매체제어계층으로 구성된다. 물리계층에는 최초로 최대 2Mbps를 지원하는 .11은 현재 사용하고 있지 않으므로 .11a/b/g/n 표준을 적용한 장치가 사용가능하다. 그러나, 고화질 동영상을 발명의 방식으로 서비스하기 위해서 최대 54Mbps까지 지원하는 .11a/g/n이 적합하다. 또한 물리계층은 단말기의 무선 통신환경에 따라 사용가능한 범위 내에서 적절한 변조방식을 선택하여 데이터를 전송할 수 있도록 자동 조절기능이 있다. 매체제어계층에는 Distribution Coordination Function (DCF), Point Coordination Function (PCF), EDCA 그리고 HCCA가 있으며, 발명의 방식을 위해서는 그 중 HCCA를 탑재한 Access Point (AP)와 무선 단말기가 필요하다. 최근 .11n의 향상된 매체제어 기술이 표준화되었지만, 아직 상용제품에 적용된 사례는 없다.
- [0015] H.264/SVC 코덱은 동영상을 압축하고 해제시키는 역할을 하며, 최신의 기술로서 그 압축 효율이 기존 코덱들보다 월등하다. 더욱이 H.264/SVC 코덱은 한 번의 압축과 그 압축된 동영상으로 여러 가지의 품질 (화질, 재생률, 화면크기)로 재생할 수 있다. 이 기술을 응용하여 발명의 방식은 전체 압축 동영상 데이터 중에서 중요도에 따라 전송을 달리한다. 다시 말해서, 데이터의 중요도에 따라 전송속도를 달리하여, 무선 통신환경이 좋지 않은 곳의 단말기도 최소한의 데이터를 수신할 수 있도록 한다.
- [0016] 여러 계층으로 나누어 압축된 H.264/SVC 동영상은 IEEE 802.11 무선랜에서 방송되기 위해 AP를 통과하게 된다. 앞서 언급한 바와 같이, 발명 방식의 AP는 .11e HCCA를 탑재하고 있어, 해당 동영상의 안정적 방송을 위해 적정 대역폭을 확보한다. 이때 AP에는 H.264/SVC 동영상의 계층별 차등전송을 위해서 동영상의 계층을 식별할 수 있는 기능과 계층별로 분리된 동영상 데이터를 분리하여 임시저장할 수 있는 큐들을 가지게 된다.

발명의 효과

- [0017] 발명의 방식은 기존 점대점 방식을 활용한 방송과 고정 전송속도기반 방송의 중간 형태로서 양쪽의 장점과 단점을 절충하고 있다. 점대점 방식의 방송은 각 무선 단말기에 적합한 변조 및 전송속도에 맞추어 데이터를 전송할 수 있지만, 방송을 위해서는 반복적으로 전송해야만 하므로 대역폭 낭비가 심하다. 또한 방송할 데이터의 양이 많으면 주어진 전체 대역폭의 범위 때문에 수신 가능한 무선 단말기의 수는 매우 제한적일 수밖에 없다.
- [0018] 고정 전송속도기반 방송 방식은 모든 무선 단말기들의 통신환경을 고루 감안하여 전송할 수 없기 때문에 특정 전송속도로 방송할 수밖에 없다. 예를 들어, 멀리 있는 단말기를 방송기준으로 정한다면 모든 동영상 데이터 전송에 그 단말기를 기준으로 전송속도를 정하게 되므로 매우 많은 전송 대역폭을 낭비하게 된다. 반대로 가까이 있는 단말기를 기준으로 한다면, 멀리 있는 단말기는 에러가 많아 매체제어계층 혹은 동영상 복원과정에서 버려지게 되거나, 동영상 재생이 중단될 수 있다.
- [0019] 발명의 방식은 방송될 동영상을 H.264/SVC 코덱으로 여러 계층을 가지도록 압축하고, IEEE 802.11e HCCA 기반의 AP에서 동영상 데이터의 중요도에 따라 전송속도를 달리하여 대역폭 사용률 측면에서 우수하고 재생품질에는 차이가 있으나, 가급적 모든 단말기에서 재생할 수 있도록 하여 지속적인 서비스가 가능하도록 하는 장점이 있다. 이와 같은 장점이 있는 발명의 방식은 공연장, 전시장, 캠퍼스, 핫스팟(hot spot), 등은 물론 임시 무선 네트워크 시설을 갖출 때, 효과적인 동영상 방송 서비스를 제공할 수 있다. 뿐만 아니라, 발명 방식은 동영상 방송 서비스 제공자의 요구에 따라 AP의 기능 및 성능 조절이 자유롭고, 무선 단말기 사용자들은 전용 재생 재생기 설치만으로 누구나 사용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 발명 방식의 기본동작을 설명하는 설명도.
- 도 2는 H.264/SVC 동영상의 Network Abstraction Layer (NAL) 패킷 형식을 설명하는 구조도.
- 도 3a는 기존 IEEE 802.11e HCCA의 큐 관리 기법을 설명하는 구조도.
- 도 3b는 무선 단말기에서의 HCCA 큐 관리 기법을 설명하는 구조도.
- 도 4a와 b는 H.264/SVC 동영상 데이터가 발명 방식의 AP로 입력되는 방법을 설명하는 구조도.
- 도 5는 기존 HCCA TSPEC과 공존 및 H.264/SVC 동영상 방송 방법을 설명하는 구조도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명에 대한 상세내용 및 방법은 첨부된 도면과 수식으로 설명할 수 있다. 도 1은 발명의 방식을 전체적으로 간략히 표현하고자 한다. 전송속도 (101)는 발명의 방식을 사용하는 무선 AP가 H.264/SVC 동영상 데이터를 무선 단말기들로 방송할 때, 어떤 변조방법을 적용하여 전송하는가를 의미한다. 즉, .11g를 기준으로 한다면 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps가 될 것이다. 거리 (102)는 AP가 전송한 데이터가 무선 단말기에 도달하여 정상적으로 수신될 수 있는 거리를 의미한다. 일반적으로 사용되는 가정 및 소규모 사무실 용도의 .11g라면 가장 낮은 속도로 야외에서 100미터 정도 전송할 수 있다. H.264/SVC 코덱으로 만들어진 동영상은 L_0 부터 L_n 까지 NAL 단위로 구분될 때, 순차적으로 하나씩 전송한다면, 가장 중요한 L_0 은 가장 낮은 전송속도로 가장 멀리 있는 무선 단말기 까지 전송할 수 있도록 하고, 상대적으로 가장 덜 중요하다고 판단되는 L_n 의 NAL은 가장 나중에 가장 빠른 속도로 전송하여 가까이 있는 무선 단말기들만 이를 활용하여 고해상도의 동영상을 재생할 수 있도록 한다. 단, L_0 부터 L_n 은 계층의 번호를 의미하는 것이 아니라, 발명의 방식에서 정한 순서에 따라 다시 순서가 정해진다. 대체로 L_n 에 가까울수록 해당 계층의 동영상 데이터 량이 증가하는 경향을 가진다.
- [0022] 도 2는 H.264/SVC 동영상의 데이터 구분 단위가 되는 NAL 형식이다. 발명의 방식은 화면크기 (201), 화질 (202), 재생률 (203)의 값을 보고 NAL의 특징과 중요도를 판단한다. 도 3a는 기존 IEEE 802.11e HCCA 전송에서 사용하는 방법을 묘사하고 있다. 도 3의 미사용 TID (3a1)들은 백그라운드 및 최선형 트래픽을 위해 사용되면서, HCCA는 영상 (3a2와 3a3)과 음성 전송을 위해 각 2개의 TID를 보유하고 있다. 그러나 복수 동영상

스트림을 처리하기 위해서는 2개의 TID는 부족하며, 이로 인한 문제점이 발생할 수 있다. 이에 관련하여 자세한 사항은 본 발명에 앞서 출원한 선행기술문헌 중 특허문헌 [문헌 2]를 참고하기 바란다.

[0023] 도 3b는 기존 IEEE 802.11e HCCA를 변형하여 TID 및 해당 큐를 원하는 만큼 확장할 수 있도록 발명하여 기출원한 (출원특허 [문헌 2]) 방식을 묘사하고 있다. 무선 단말기 번호 1번은 동시에 2개의 동영상 스트림을 송신 혹은 수신하고 있을 때, 각 동영상은 해당 큐 (3b1, 3b2)를 할당받으며 TSI 번호와 무선 단말기의 매체제어계층 주소를 대신한 번호의 쌍으로 구분된다. 이와 같은 방식을 적용하면 한 단말기당 최대 동영상을 위해 최대 15개의 동영상 세션을 송신 혹은 수신할 수 있기 때문에, 발명의 방식을 사용하는 AP는 충분한 동영상 세션을 정확히 구별하여 전용 HCCA 큐를 할당해 줄 수 있다. 반대로 음성 스트리밍은 동영상과 같이 데이터 발생량이 급격하게 변화하지 않기 때문에 하나의 TSI와 HCCA 큐 (3b6)만을 할당하여도 동영상 전송에서 발생하는 문제를 발생시키지 않는다. 이와 같이 동영상 세션별 독립된 관리와 HCCA 큐 할당은 세션별 동영상을 강력하게 보장할 수 있다.

[0024] H.264/SVC 동영상 데이터를 전송하는 방법에는 도 4a와 4b와 같이 크게 두 가지가 있다. 도 4a는 전송계층에서 하나의 포트를 활용하여 전송하고, 발명 방식의 AP에 NAL 패킷 (4a1)들이 수신되면 도 2의 NAL 형식을 참조하여 중요도 및 특징에 따라 구별하여 해당 HCCA 큐 (4a2, 4a3, 4a4)에 입력한다. 도 4b는 여러 전송계층 포트를 활용해서 전송될 때, 도 4a의 방법도 가능하지만 전송계층의 포트 번호를 바로 HCCA 큐 (4b4, 4b5, 4b6)와 연관지어 NAL 패킷들 (4b1, 4b2, 4b3)을 입력시킬 수 있다. H.264/SVC 동영상은 Supplemental Enhancement Information (SEI)를 동영상 비트 스트림의 가장 앞 혹은 주기적으로 비트 스트림 중간에 삽입할 수 있다. SEI에는 해당 동영상 콘텐츠의 압축 방법 등의 정보를 포함하고 있다. 발명의 방식은 SEI를 확인하여 동영상 계층의 수와 중요도, 각 계층별 평균 데이터 발생률 등을 참조하여 HCCA 큐를 생성한다.

[0025] 발명의 방식을 종합하여 설명하자면 도 5와 같이 묘사할 수 있다. 단일 (501) 혹은 복수 전송계층 포트를 사용하여 전송된 NAL 패킷들은, 동영상 세션별 강한 대역폭 보장을 위해 기 출원한 특허의 방식을 이용하여 HCCA 큐에 입력한다. 특히 H.264/SVC 동영상은 여러 계층으로 동영상 데이터가 나누어져 있기 때문에, 복수 HCCA 큐를 사용하여 방송 혹은 점대점 전송에 보다 효과적인 서비스 제공이 가능하다.

[0026] IEEE 802.11e HCCA의 전체 TXOP 시간 합은 경쟁구간 (contention period)을 제외한 비콘 (beacon) 프레임간 시간보다 작아야 한다. 아래의 [수학식 1]에서 왼편은 k+1 번째 TXOP이 수렴 가능한지 결정하는 역할을 한다. 폴링 주기가 되는 SI (Service Interval)중에 전체 TXOP이 차지하는 비율이, 오른편 경쟁구간 T_{cp} 를 제외한 비경쟁 구간 ($T - T_{cp}$)과 비콘 프레임간 시간 T의 비율보다 작아야 한다.

수학식 1

$$\frac{TXOP_{k+1}}{SI} + \sum_{i=1}^k \frac{TXOP_i}{SI} \leq \frac{T - T_{cp}}{T}$$

[0027]

[0028] 발명의 방식은 기존 IEEE 802.11 표준과 공존할 수 있도록 설계되었다. [수학식 2]는 기존 HCCA의 TXOP와 발명 방식의 B_TXOP을 포함하여 수렴 여부를 판단한다. [수학식 3]는 각 B_TXOP 시간을 계산하는 방법이다. H.264/SVC 동영상 계층별 평균 MSDU 패킷 길이 L과 그 개수 N을 전송속도 R로 나누어 그 시간을 구하며, 각 MSDU 마다 오버헤드 0가 포함되어 계산된다. 전송속도 R은 IEEE 802.11 물리계층이 사용할 수 있는 모든 규격 중에 각 H.264/SVC 동영상 계층별로 하나씩 선택된다. 각 동영상 계층별 물리계층의 전송속도를 결정하는 방법 (per Layer data-Rate)은 [수학식 4]과 같다. 전체 동영상 데이터 발생속도 P_{all} 대비 계층 i번째 동영상 데이터 발생속도 P_i 의 비율보다, 사용가능한 IEEE 802.11 물리계층의 최대 전송 속도 R_{max} 대비 각 R들과의 비율이 큰 전송속도 R중에 가장 작은 R_j 를 선택한다. 만약 구해진 B_TXOP 시간이 최대 MSDU 하나를 최소 전송속도 R_{min} 으로 전송되는 시간과 이 MSDU의 전송 오버헤드보다 작다면 이 값으로 대체된다.

수학식 2

$$\left(\frac{TXOP_{m+1}}{SI} + \sum_{i=0}^m \frac{TXOP_i}{SI} \right) + \left(\frac{B_TXOP_{n+1}}{SI} + \sum_{j=0}^n \frac{B_TXOP_j}{SI} \right) \leq \frac{T - T_{CP}}{T}$$

수학식 3

$$B_TXOP_j = \max \left(\sum_{i=0}^k \left(\frac{N_i \times L_i}{R_t} \right) + (N_i \times O_{MSDU_Tx}), \frac{M}{R_t} + O_{MSDU_Tx} \right)$$

수학식 4

$$pLR_i = \min_{R_j} \left(\frac{\rho_i}{\rho_{last}} \leq \frac{R_j}{R_{max}} \right)$$

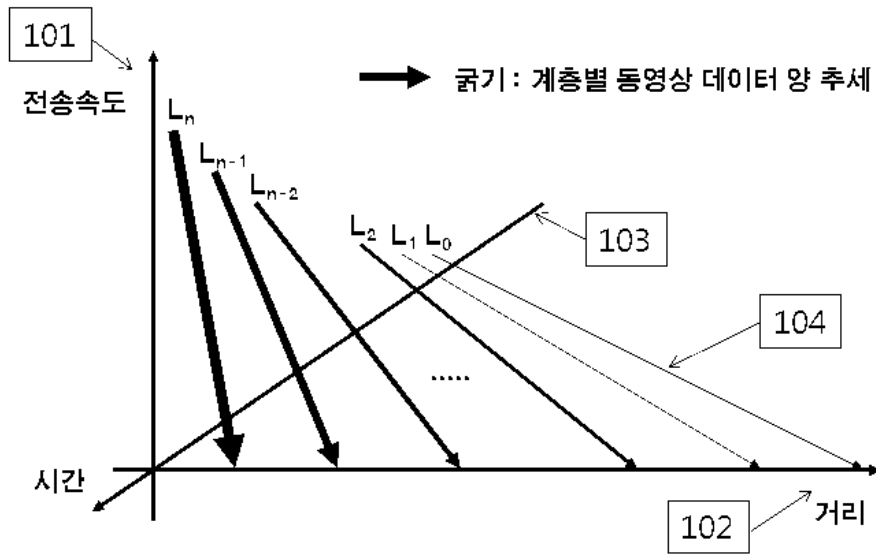
발명의 방식에서는 중요도가 높은 동영상 계층의 패킷들부터 낮은 전송속도로 전송하여, 무선 통신환경이 나쁜 단말기에서도 최소한의 동영상 재생이 가능하도록 한다. [수학식 5]은 H.264 SVC 동영상 계층을 중요도에 따라 다시 정렬하는 방법 (per Layer TX Order)이다. 동영상 계층들 중 중요도는 각 화면크기 (D) > 프레임률 (T) > 화질 (Q) 순이다. 중요도를 정하는 기준은 여러 가지가 있겠지만, 발명 방식에서는 다른 확장 계층들을 재생하기 위해 기본이 되는 화면크기를 가장 중요하게 다루고, 화질의 열화보다는 프레임 재생률을 그 다음으로 중요하게 다룬다. 입력되는 패킷들의 NAL 패킷의 D,T,Q 파라미터를 확인하고 [수학식 5]으로 중요도 순서가 정해지면, [도 4a/b]에서와 같이 해당 HCCA 큐에 입력된다. 이때 발명 방식의 AP로 입력되는 모든 NAL 패킷은 프래그멘테이션 (fragmentation)된 후에도 모든 MSDU들이 NAL 패킷 헤더의 D, T, Q 정보를 가지고 있다고 가정한다.

수학식 5

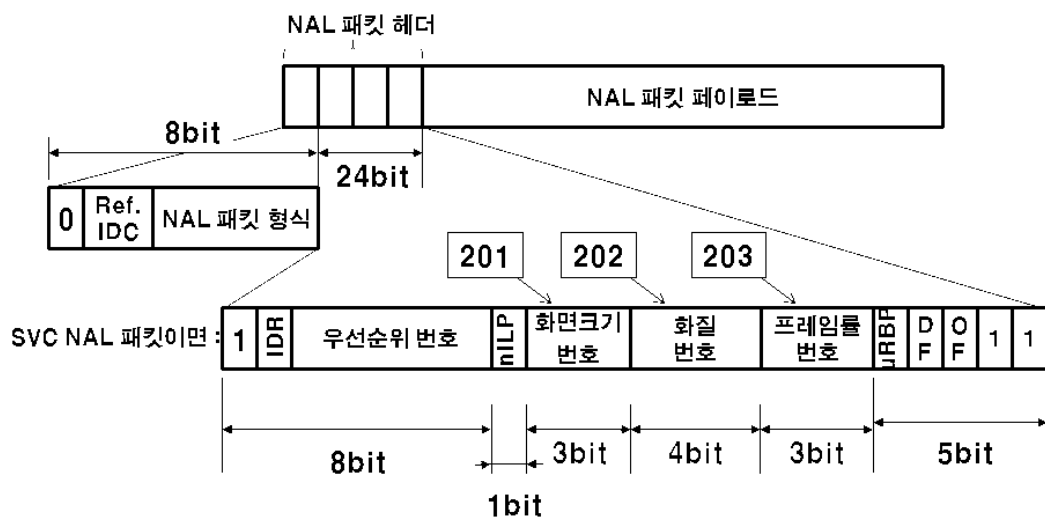
$$pLTXO_i = D_{Ln} + T_{Ln} \times 2^{N_D} + Q_{Ln} \times 2^{N_D + N_T}$$

도면

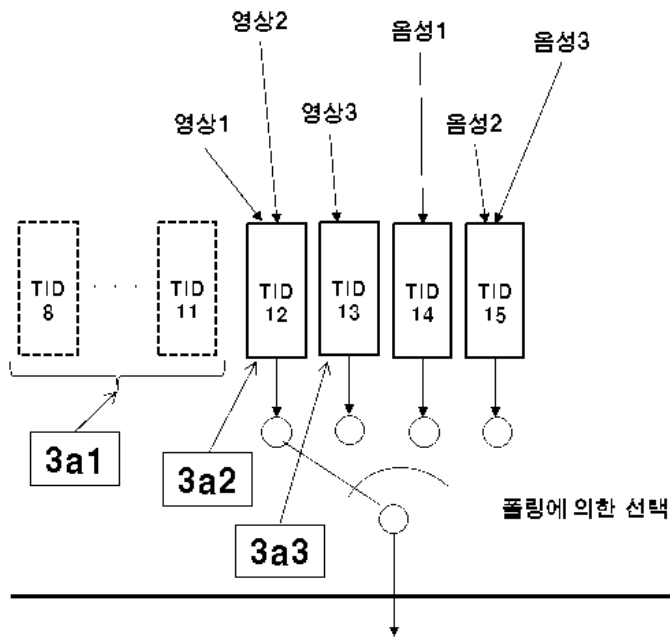
도면1



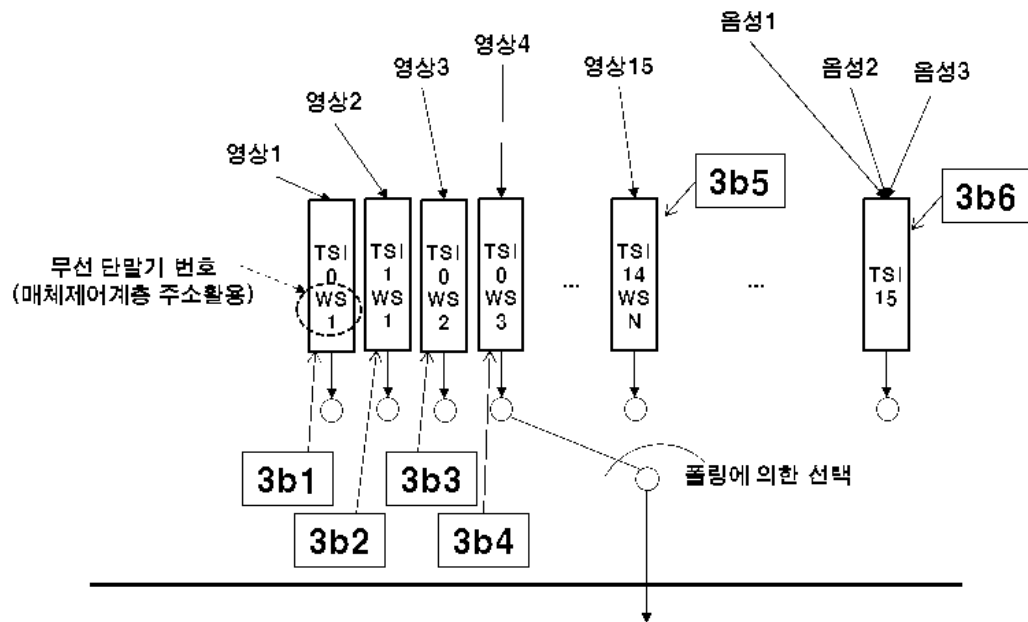
도면2



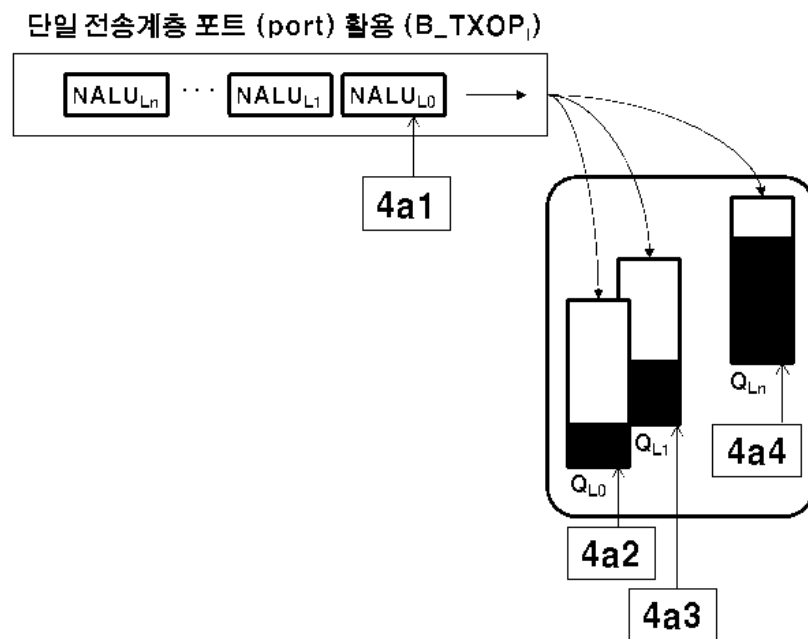
도면3a



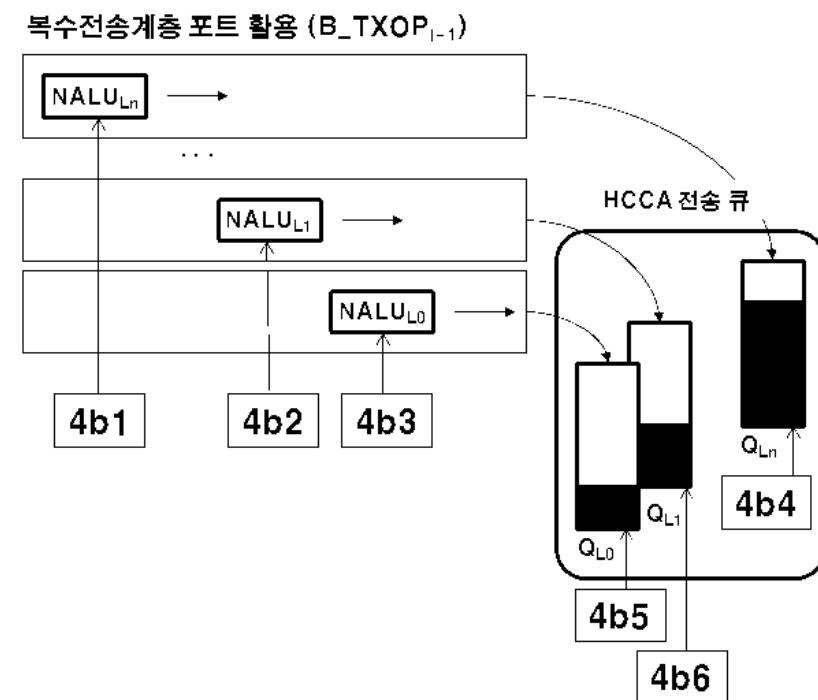
도면3b



도면4a



도면4b



도면5

