



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0022287  
(43) 공개일자 2008년03월11일

(51) Int. Cl.

H04L 29/06 (2006.01) H04L 29/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0085537

(22) 출원일자 2006년09월06일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(주)태민메카트로닉스

서울시 서초구 잠원동 23-7 오즈빌딩 3층

(72) 발명자

김영환

강원 원주시 흥업면 연세대학교원주캠퍼스 창조관 252호

박혜련

강원 원주시 흥업면 연세대학교원주캠퍼스 창조관 252호

석정봉

강원 원주시 흥업면 연세대학교원주캠퍼스 창조관 252호

전체 청구항 수 : 총 1 항

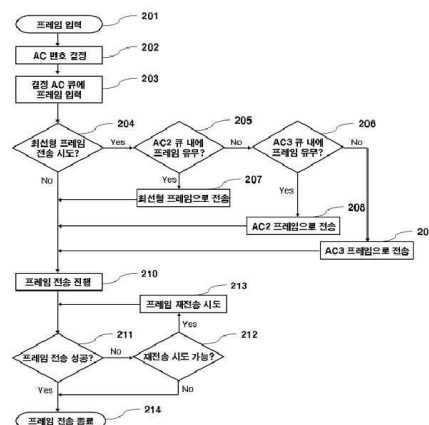
(54) 802.11 서비스품질 지원 무선랜 매체제어 프로토콜의최선행 트래픽 효율성 향상 기법

### (57) 요약

무선 네트워크에 현재 무선랜 (wireless local area network)으로 널리 쓰이고 있는 IEEE 802.11e QoS Medium Access Control (MAC) 프로토콜을 적용하였을 때, 멀티미디어 트래픽에 대해 우선적인 서비스를 제공하는 IEEE 802.11e QoS MAC의 Enhanced Distributed Coordination Access (EDCA) MAC 프로토콜은 오히려 최선행 트래픽의 성능 저하를 발생시킬 수 있다. 본 발명은 멀티미디어 특성이 없는 일반적인 인터넷 데이터 전송을 뜻하는 최선행 트래픽(best-effort)을 멀티미디어 트래픽에 대한 성능 저하 없이 향상시킬 수 있는 방안을 제시한다.

이를 위하여 본 발명은, IEEE 802.11e QoS EDCA MAC 프로토콜의 트래픽의 중요도에 따라 차별화된 전송 대기 시간을 가지도록 서로 다른 우선순위를 갖는 4개의 큐들 간의 스케줄링을 행한다. 최선행 트래픽을 위한 큐의 우선순위가 대표적인 멀티미디어 데이터인 영상과 음성 트래픽 보다 낮은 우선순위를 갖는다. 이때 상위 우선순위를 가지는 큐에 전송을 위한 프레임 (frame)이 없으면 최선행 데이터 프레임 하나만을 최상위 우선순위를 갖는 음성 트래픽을 위한 큐로 이동 (migration) 시킨다. 만약 음성 트래픽을 위한 큐에 다른 프레임이 전송을 기다리고 있다면, 보다 낮은 우선순위를 가지는 영상 트래픽을 위한 큐로 역시 하나의 프레임만을 이동시킨다. 단, 하나의 제약 사항으로는 영상을 위한 큐에 전송을 기다리는 프레임이 있다면 음성을 위한 큐가 비어 있다 하더라도 우선순위의 질서 유지를 위하여 위의 과정을 수행하지 않는다.

### 대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	TG-10
부처명	산업자원부/한국산업기술재단
연구사업명	지역혁신 인력양성사업
연구과제명	원격 의료영상 서비스를 위한 IEEE 802.11e QoS MAC프로토콜 개발 및 Linux 커널 상에서의 구현
주관기관	연세대학교
연구기간	2003년 12월 1일 ~ 2006년 8월 31일

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

IEEE 802.11 EDCA 무선랜을 이용함에 있어서 최선형 인터넷 트래픽의 효율을 증대시키기 위한 방안으로서 최선형 프레임의 우선순위 변경과 그에 따른 규칙을 당 특허의 청구사항으로 한다.

첫 번째로 최선형 서비스의 효율 증대를 위하여 우선순위를 상위 우선순위로 전송 요구 시점에서 결정하여 동적인 적용 방법, 두 번째로 큰 지장이 없는 범위 내에서 상향 조정하도록 상위 우선순위의 AC에 프로임이 하나 이상 존재한다면 우선순위 상향 제한과, 세 번째로 상위 우선순위의 AC 큐가 비어 있어도 그 사이의 우선순위를 가지는 AC 큐가 비어 있지 않은 경우 우선순위 상향 제한이 청구사항에 해당한다.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 종래기술의 문헌 정보

<23> [문헌 1] IEEE Std 802.11, Part 11 Wireless LAN Medium Access Control and Physical Layer (PHY) specifications, 1999.

<24> [문헌 2] IEEE Std 802.11e, Part 11 Amendments: Medium Access Control (MAC) enhancement for QoS, 2005.

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<25> 현재의 IEEE 802.11은 최선형 서비스를 지원하는 이더네트의 무선 버전이라고 생각할 수 있으며, 주로 물리계층과 링크계층 중 MAC 부 계층까지만 다루고 있다. 또한 IEEE 802.11은 등시적 (isochronous) 데이터의 전송 보다는 대체적으로 비동기적 (asynchronous) 데이터의 전송을 목적으로 하고 있다.

<26> IEEE 802.11 표준은 물리계층의 규격에 따라서 크게 네 종류로 분류할 수 있다. 현재 거의 사용되고 있는 않지만 1997년경에 개발되어 900MHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11 버전은 Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) 방법을 사용하여 최대 2Mbit/s의 전송율을 보였다. 이후 1999년경에 2.4GHz 대역의 Industrial, Scientific, Medical (ISM) 밴드를 사용하는 802.11b 버전은 DSSS 방법을 사용하여 11Mbit/s까지, 5GHz 대역의 Unlicensed National Information Infrastructure (UNII) 밴드를 사용하는 IEEE 802.11a 버전은 Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) 기술을 사용해서 54Mbit/s까지의 전송율을 제공하고 있다. 최근에는 2.4GHz 대역의 ISM 밴드를 사용하는 IEEE 802.11g 버전이 OFDM기술을 적용하여 최대 54Mbit/s까지의 전송율을 제공하기 위해 개발되고 있다.

<27> 매체 접근 조절, 즉 IEEE 802.11에서의 MAC은 무선 매체에 접근 하는 것을 조절한다는 의미로서, 다시 말하면, 무선 단말기의 전송 권한을 조절하는 기능이다. 현재 IEEE 802.11 표준으로 완성된 MAC은 크게 두 가지의 매체 접근 제어 방식이 있다. 그 중에 하나는 전송을 시도하는 무선 단말기들 사이에 경쟁을 통하여 무선 매체에 접근할 수 있는 권한을 획득하게 하는 방법이 있고, 또 다른 하나는 경쟁을 하지 않고 무선 매체에 접근할 수 있는 권한을 획득하는 방법이다.

<28> 무선 단말기들이 채널을 잡기 위해 경쟁하는 시간을 경쟁 기간 (CP : Contention Period)이라 하고, 이 기간 동안에는 Distributed Coordination Function (DCF)가 무선 매체의 접근 권한을 조절하는 기능을 한다. 반면에 단말기들이 채널을 잡기 위해 경쟁을 하지 않는 기간을 비경쟁 기간 (CFP : Contention Free Period)하며 이 기간 동안에 무선 매체의 접근 권한을 조절하는 기능은 Point Coordination Function (PCF)가 담당한다.

<29> DCF는 IEEE 802.11 MAC 계층의 기본이 되는 프로토콜이며, Carrier Sense Multiple Access (CSMA) 메커니즘에 기초하여 Listen-before-Talk 방법으로 작동한다. CSMA는 무선 채널의 상태를 감지한다는 의미의 캐리어 센싱 (carrier sensing)이라고 하는 방법을 이용해서 다수의 무선 단말기가 무선 채널을 이용할 수 있게 해주는 다중 접속 기술이다. IEEE 802.11은 CSMA 메커니즘에 충돌의 확률을 낮추어 주는 충돌 회피 (CA :

Collision Avoidance) 메커니즘을 더해서 Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA) 라 정의하고 있다.

<30> 서비스 요구를 모두 충족 시켜 줄 수 있다면 아무런 문제가 없겠지만, 만일 그렇지 못하다면 서비스를 차별화 하여 가능한 한 모든 서비스에 대하여 공평한 만족을 주는 것이 그 해결 방안이라 할 수 있으며, 이러한 서비스의 차별화 기능을 QoS라고 한다. 기존의 IEEE 802.11 MAC은 주로 일반적인 데이터만을 전송대상으로 고려하고 있고 PCF를 사용하는 CFP가 있지만 CP에서는 경쟁을 통한 전송권한의 획득이므로 멀티미디어와 같은 데이터 형식을 서비스 하는데 한계가 있다. 즉 QoS 기능이 부족하다고 볼 수 있겠다.

<31> 이와 같은 이유로 인하여 현재 IEEE 802.11의 태스크 그룹 IEEE 802.11e에서는 기존의 MAC 프로토콜에 QoS 기능을 강화하는 MAC 프로토콜 표준을 작성하고 있는 중이며 완성단계를 앞두고 있다. 그리하여 IEEE 802.11e MAC은 기존의 IEEE 802.11 MAC에 일반적인 데이터뿐만 아니라 음성, 오디오, 비디오와 같은 멀티미디어 서비스를 위한 QoS 요구사항들을 접목시킨 향상된 MAC 프로시저들을 정의하고 있다. 따라서, IEEE 802.11e의 QoS 기능 제공은 보다 다양한 트래픽 특성을 수용할 수 있어 여러 종류의 상위 계층과 연계될 수 있다.

<32> 향상된 IEEE 802.11e MAC에는 하나의 매체 제어 함수가 있어 HCF (Hybrid Coordination Function)라고 하고 통합적인 매체 제어 관리를 한다. 그러나 이는 다시 두 단계로 매체 접근 제어 방식을 나눌 수 있고, 각 방식에 따라 기반을 두고 있는 QoS 방법 있다. 기본적으로 8단계로 분류되는 우선순위를 사용자 우선순위 (UP : User Priority)라 하고, 이 UP를 그대로 이용하는 방법인 경우 우선순위화 (prioritized) QoS라 하고 우선순위를 기반으로 보다 세밀한 파라미터들로 다시 트래픽의 요구사항을 정의하는 방법을 파라미터화 (parameterized) QoS라 하고 있다.

<33> UP를 그대로 이용하는 우선순위화 QoS 방식은 IEEE 802.11e의 기본적인 QoS 방법으로서 8단계로 서비스 품질을 차별화 선택할 수 있으며, 8단계는 다시 4등급의 접근 카테고리 (AC : Access Category)로 나누어 매체에 대한 접근에 차별을 띄우고 있다. UP를 간접적으로 이용하는 파라미터화 QoS 방식에서는 트래픽의 특성에 따라 다양한 파라미터들을 정의해서 매체 접근을 관장하는 Hybrid Coordinator (HC)가 폴링을 통해서 적절히 매체 접근을 허가하는 방법으로서, 기존의 IEEE 802.11 MAC의 PCF보다 진보된 QoS를 제공한다. 이와 같은 두 가지의 QoS 제공 방법을 IEEE 802.11e MAC에서는 우선순위화 QoS 방법인 경우 Enhanced Distributed Channel Access (EDCA)라 하고 파라미터화 QoS 방법인 경우 HCF Controlled Channel Access (HCCA)라 한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<34> 본 발명은 IEEE 802.11e EDCA 기반의 무선 이동 단말기들로 구성되는 에드혹 네트워크는 기존의 MAC 프로토콜인 DCF 기반일 때보다 이메일 혹은 웹페이지 등과 같은 성향을 갖는 최선형 (best-effort)트래픽의 서비스의 능력이 저하될 수 있는 요소를 보완할 수 있다.

<35> IEEE 802.11 MAC 표준에 의하면, EDCA가 DCF보다 최선형 트래픽의 전송에 보다 못한 권한을 가진다. IEEE 802.11 무선랜은 매 프레임 전송하기 전에 무선 채널 상의 통신이 이루어지고 있는지를 살펴 충돌을 줄일 수 있는 캐리어 센싱 (carrier sensing)을 수행하고, 다른 통신이 이루어지고 있지 않으면 일련의 사전 과정을 거친 후에, DCF의 경우 DCF Inter-Frame Space (DIFS)의 시간을 그리고 EDCA의 경우 Arbitrary IFS (AIFS)의 시간이 경과되면 전송을 시작한다. 멀티미디어 서비스에 보다 적합하도록 데이터 특성마다 차별화를 둔 EDCA의 전송 전 대기 시간인 AIFS는 DCF의 DIFS보다 긴 시간을 가짐으로서 최선형 서비스에 권한이 떨어질 수밖에 없다.

<36> 구체적으로 살펴본다면, EDCA에서는 기존의 DCF와 같은 4개의 각 AC가 경쟁에 가장 중요한 파라미터인  $CW_{min}[AC_i]$ ,  $CW_{max}[AC_i]$ ,  $AIFS[AC_i]$ ,  $TXOP_{limit}[AC_i]$ 를 독립적으로 가지고 있다. 여기서 의미하는  $[AC_i]$ 는 독립적으로 운영되는 각 AC 큐들을 의미하며,  $i$ 는 0,1,2 그리고 3이 있으며, AC0은 최선형 트래픽을 위하고, AC1은 백그라운드 트래픽, AC2와 AC3은 각각 음성과 영상을 의미한다.  $CW_{min}[AC_i]$ 와  $CW_{max}[AC_i]$ 는 특정 프레임의 첫 전송이 실패한 다음 재전송에 사용되는 백오프 (back-off) 시간이 결정될 때 최소값과 최대값을 나타낸다.  $AIFS[AC_i]$ 는 특정 프레임의 최초 전송 혹은 재전송 전에 대기해야 하는 시간이며,  $TXOP_{limit}[AC_i]$ 은 음성과 영상 전송을 위하여 전송 권한을 획득하였다면 이 시간 내에 경쟁과정을 생략하고 같은 AC의 큐에 속해 있는 다른 프레임들을 전송 할 수 있다.

<37> 이와 같이 각 AC 큐마다 분류된 트래픽을 처리하기 위해서 우선순위가 다르게 적용된다. 우선순위가 가장 낮은 것은 백그라운드 트래픽을 의미하는 AC1이고 그 다음이 AC0인 최선형 트래픽, 영상을 의미하는 AC2 마지막으로 가장 높은 우선순위를 가지는 AC3은 음성 트래픽 순서이다. 아래의 수식은 EDCA에서 우선순위 결정의

가장 기본이 되는 AIFS를 결정한다. slottime과 SIFS는 물리계층에 사용되는 IEEE 802.11의 기기에 따라 달라지며, AIFSN은 사용자에 의해 각 AC 마다 변경가능하다.

<38> 
$$AIFS[AC_i] = SIFS + AIFSN[AC_i] \cdot slot\ time$$

<39> 그러나 EDCA의 최선형 서비스를 위한 AIFSN은 3인데 비해 기존의 IEEE 802.11 DCF에서는 EDCA의 AIFS와 동일한 역할을 하는 파라미터인 DIFS는 아래의 수식과 같이 2로 결정되기 때문에 적어도 최선형 서비스에 대해서는 EDCA가 DCF 보다 성능의 저하가 일어난다.

<40> 
$$DIFS = SIFS + 2 \cdot slot\ time$$

<41> 이와 같은 이유에 기반하여 본 발명은 멀티미디어 트래픽이 거의 없는 상황에서 최선형 서비스에 성능이 저하되는 현상을 발생시키는 EDCA를 보완하는 방안을 제안한다. 기본 개념으로는, 비어있는 상위 우선순위의 AC 큐가 있다면 전송하고자 하는 프레임의 상위 AC 큐로 이동하여 보다 빠른 전송 기회를 얻게 하는 것이다.

<42> 그러나 이와 같은 기본 개념에도 지켜져야 할 규칙이 있다. 첫 번째로 상위 AC 큐에 전송을 대기하는 다른 프레임이 하나라도 있다면 상위 우선순위 AC로 이동시키지 않는다. 두 번째로는 현재 AC에서 한 단계 높은 우선순위를 가지는 AC에는 전송을 대기하는 프레임이 있고 두 단계 높은 우선순위를 가지는 AC는 비어 있을 경우 프레임의 올바른 전송 순서를 유지하기 위해 우선순위를 변경하지 않는다. 마지막으로 이와 같은 방법은 최선형 트래픽이 주를 이루고 보다 상위 우선순위를 가지는 트래픽이 소량일 경우에만 유효하며, 그렇지 않은 경우에 사용할 경우 상위 우선순위를 가지는 트래픽 전송에 방해 요소가 될 수 있다.

### 발명의 구성 및 작용

<43> 이하 첨부된 도면에 의해 상세히 설명하면 다음과 같다. [도 1]은 DCF의 메커니즘을 나타낸 것이며, CSMA에 의해서 어떤 무선 단말기가 데이터의 전송을 시작하기 전에 캐리어 센싱과 백오프 프로시저(backoff procedure)를 수행한다. 즉, DIFS (DCF InterFrame Space)라고 불리는 최소한의 기간 동안 무선 채널이 유휴 상태인지를 확인하고 난 후에 채널이 사용되고 있지 않다면, 그 무선 단말기는 전송을 시작할 수 있다. 만약 충돌을 일으킨다면 충돌을 일으킨 무선 단말기는 다시 전송을 시도하기 위해서 백오프 윈도우에 슬롯 타임을 곱한 기간 동안 기다려야 하는 패널티를 받게 된다.

<44> EDCA는 HCF를 위해서 IEEE 802.11e에서 기본적으로 제공되어야 하는 매체 제어 함수이다. EDCA는 CP 동작 안에 작동하는 매체 접근 제어 방법으로서, MAC Service Data Unit (MSDU)마다 부여되는 UP를 직접 이용하는 방식의 QoS 방침을 따르며 EDCA를 이용하는 각 MSDU에 부여되는 UP는 Ttraffic Category Identification (TCID)라고 한다. [도 2]는 EDCA의 매체 접근 규칙을 나타내고 있다. EDCA의 AC는 상위 계층에서 전송을 요구하는 각 MSDU에 대해서 전송권한을 차별화하기 위한 일종의 큐 형식의 버퍼이며 전송되어야 할 MAC 프레임의 페이로드(payload)가 큐 된다.

<45> 각 AC들에 큐 되어 있는 프레임(frame)들은 서로 다른 AC간의 경쟁을 통해서 전송 권한(TXOP : Transmission Opportunity)을 획득하며 AC간의 경쟁에서 충돌이 발생할 경우 처리하는 장치를 가상 백오프(virtual backoff)라 한다. AC사이에서 TXOP 획득의 차별화는 IFS의 기간을 달리하여 구현되었다. AC를 위해서 차별화된 IFS를 AIFS (Arbitration IFS)라 하고 각 AC에만 사용되도록 AIFS는 4개가 별도로 관리 및 운영된다. 다시 말하면, AIFS들은 AC 별로 무선 매체가 유휴 상태인지를 판단하는데 걸리는 시간에 차이를 둔 것을 나타낸 것이다.

<46> [도 3]에서는 한 무선 단말기에서 각 AC에 큐 되어 있는 프레임을 전송하기 위해 전송 권한을 획득하는 과정을 나타내고 있다. 먼저 전송 시도되고 있는 프레임의 AC 번호를 결정(101)하고, 해당 AC 큐에 프레임은 전송을 기다리게 된다(102). 동시에 각 AC 큐들의 프레임들 중 가장 먼저 입력된 프레임들은 각 큐 별로 독립적인 전송을 시도하게 된다 (103).

### 발명의 효과

<47> 이상에서 상술한 바와 같이 본 발명은, 최선형 트래픽의 제공에 있어서 기존의 IEEE 802.11 DCF MAC 프로토콜에 비해 성능저하를 억제하고 보다 높은 효율을 제공한다. IEEE 802.11 무선랜은 현재 그 사용 형태가 개인용에서부터 사무실, 공공시설에 이어 상용 서비스에까지 적용되고 있다. 기존의 IEEE 802.11 DCF 형태의 무선랜 장치를 사용에 비해 멀티미디어 서비스 제공에 더욱 적합한 IEEE 802.11e 무선랜 프로토콜과 장치들이 개발되어 상용화를 시작하고 있다.

<48> 그러나 IEEE 802.11e HCF MAC 프로토콜은 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 기존의 IEEE 802.11 DCF MAC 프로토콜보다 효율적이지만, 사용자들의 서비스 이용형태는 최선형 인터넷 트래픽이 대부분이기 때문에, 최선형 트래픽 전송 요구에 더욱 충실해야 할 필요가 있다. 따라서 본 발명에서 제안하는 방법은 이와 같은 문제점을 보완할 수 있는 효과를 가지고 있다.

<49> 본 발명에서 제안하는 방법의 구체적인 구성요소는 [도 4]에 표현되어 있다. 먼저 전송이 요구되는 프레임이 상위 프로토콜로부터 의뢰되면(201) 해당 프레임의 정보 형식, 최종 목적지, 같은 목적지를 가지는 순차적 프레임들에 대한 전송 요구 형태 등을 판단하여 적절한 AC 번호를 결정하고(202) 해당 AC 큐에 입력(203)시킨다. 만약 AC0에서 최선형 프레임이 전송을 시도하고자 한다면(204) AC2 큐의 프레임이 존재하는지를 판단(205)하고, 하나 이상의 프레임이 AC2 큐에 있다면 우선순위 상황이 이루어질 수 없으므로 최선형 프레임으로 전송한다(207). 이와는 반대로 AC2 큐에 프레임이 존재하지 않는다면 AC3 큐에 프레임이 존재하는지 판단(206)하여 하나 이상의 프레임이 존재한다면 AC2 큐로 이동시킨다(208). 마찬가지로 AC3 큐에 프레임이 존재하지 않는다면 최상위 우선순위를 가지는 AC3 큐로 이동시킨다(209).

<50> 다음 과정으로는 프레임이 이동되었든 혹은 그렇지 않던지 프레임들은 즉각적 각 AC 큐 별로 독립적인 전송을 시도하게 되며(210), 프레임의 전송 절차에 따라 전송 성공 여부를 판별(211)하여 전송이 성공하면 다음 프레임 전송을 위해 해당과정을 종료한다(214). 만약 전송에 실패하였다면 재전송이 가능한지 판단(212)하고 가능하다면 재전송 과정을 수행하게 되고(213), 재전송이 연속적으로 실패할 경우 가능한 재전송 횟수까지 반복 시도하며, 재전송 반복횟수를 초과하면 전송 실패로 다음 프레임 전송을 위해 해당 프레임의 전송 과정을 종료한다(214).

## 도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 IEEE 802.11 DCF 매체 접근 규칙
- <2> 도 2는 IEEE 802.11e EDCA 매체 접근 규칙
- <3> 도 3는 IEEE 802.11e EDCA AC 큐 구조 및 동작 순서도
- <4> 도 4는 본 발명에서 제안하는 EDCA 큐 동작 규칙
- <5> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <6> 101 : 입력프레임의 AC 번호 결정
- <7> 102 : 각 AC에 따른 전송대기 큐
- <8> 103 : EDCA 동작에 따라 전송
- <9> 201 : EDCA 프로토콜에 프레임 전송요구
- <10> 202 : 해당 프레임의 AC 번호 (우선순위) 결정
- <11> 203 : 결정된 AC 큐에 해당 프레임 삽입
- <12> 204 : 최선형 프레임의 전송 시도
- <13> 205 : AC2 큐에 프레임 유무 판단
- <14> 206 : AC3 큐에 프레임 유무 판단
- <15> 207 : 205의 yes 판단 경우 프레임 이동 없음
- <16> 208 : 206의 yes 판단 경우 AC2 큐로 프레임 이동
- <17> 209 : 206의 no 판단 경우 AC3 큐로 프레임 이동
- <18> 210 : 가장 먼저 삽입된 각 AC 큐의 프레임 전송 시도
- <19> 211 : 각 AC 별로 프레임 전송 성공 판단
- <20> 212 : 각 AC 별로 재전송 가능 판단
- <21> 213 : 211의 yes 판단의 경우 재전송 시도

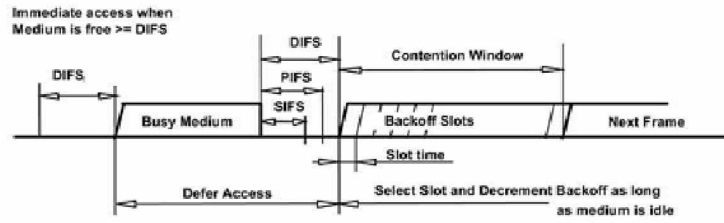


<22>

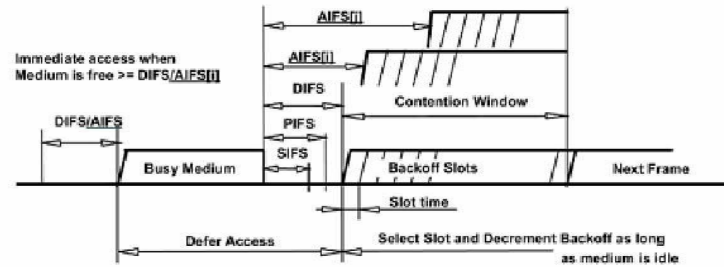
214 : 프레임 전송 종료

도면

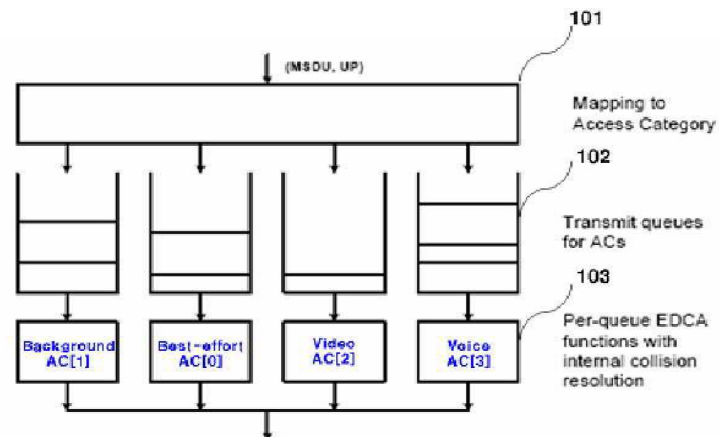
도면1



도면2



도면3



도면4

