



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0077912
(43) 공개일자 2010년07월08일

(51) Int. Cl.

H04W 72/08 (2009.01) H04B 7/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0135993

(22) 출원일자 2008년12월29일

심사청구일자 2008년12월29일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

이용현

경기 수원시 권선구 구운동 삼환아파트 3동 209호

서덕영

경기 성남시 분당구 수내동 푸른마을 벽산아파트 201-202

정재윤

경기도 용인시 기흥구 서천동 SK아파트 106동 1102호

(74) 대리인

양문옥

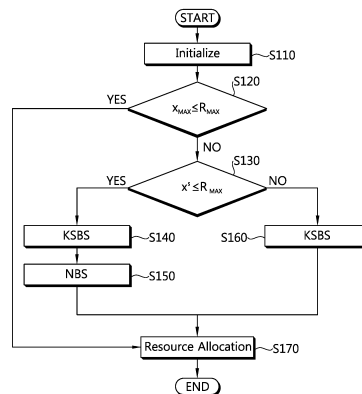
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법

(57) 요약

무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법을 제공한다. 상기 방법은 복수의 멀티미디어 서비스마다 무선자원의 양에 대한 유용성의 함수인 효용함수를 구하고, 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 효용함수에 기초한 만족 포인트를 설정하는 단계 및 상기 만족 포인트를 이용하여 NBS(Nash Bargaining Solution) 또는 KSBS(Kalai-Smorodinsky Bargaining Solution)를 선택하여 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 무선자원의 총량을 분배하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2008-F-005-01

부처명 지식경제부, 정보통신연구진흥원

연구사업명 IT 핵심기술개발사업

연구과제명 게임 이론을 응용한 Cross-layer 무선 설계 기술 연구

주관기관

연구기간

특허청구의 범위

청구항 1

무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법에 있어서,

복수의 멀티미디어 서비스마다 무선자원의 양에 대한 유용성의 함수인 효용함수를 구하고, 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 효용함수에 기초한 만족 포인트를 설정하는 단계; 및

상기 만족 포인트를 이용하여 NBS(Nash Bargaining Solution) 또는 KSBS(Kalai-Smorodinsky Bargaining Solution)를 선택하여 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 무선자원의 총량을 분배하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선자원 관리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 유용성은 PSNR(Proportional Signal-to-Noise Ratio)인 것을 특징으로 하는 무선자원 관리 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 무선자원의 총량을 분배하는 단계는

상기 복수의 멀티미디어 서비스별 상기 만족 포인트의 합과 상기 무선자원의 총량을 비교하는 단계;

상기 만족 포인트의 합이 상기 무선자원의 총량보다 큰 경우, KSBS를 선택하여 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 상기 무선자원의 총량을 분배하는 단계; 및

상기 만족 포인트의 합이 상기 무선자원의 총량보다 작거나 같은 경우, 상기 무선자원의 총량은 제1 무선자원과 제2 무선자원으로 구분되어, KSBS를 통해 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 상기 제1 무선자원을 분배하고, NBS를 통해 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 상기 제2 무선자원을 분배하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선자원 관리 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 무선자원의 총량은 상기 제1 무선자원의 양은 상기 만족 포인트의 합과 동일한 것을 특징으로 하는 무선자원 관리 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제1 무선자원과 상기 제2 무선자원을 분배하는 단계는

상기 제1 무선자원에 대한 제1 거래집합을 구하여 제1 최적의 거래집합을 구하고, 상기 제1 최적의 거래집합에 따라 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 상기 제1 무선자원을 분배하는 단계; 및

상기 제2 무선자원에 대한 제2 거래집합을 구하여 제2 최적의 거래집합을 구하고, 상기 제2 최적의 거래집합에 따라 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 상기 제2 무선자원을 분배하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선자원 관리 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제1 거래집합 B_{KSBS} 는

$$B_{KSBS} = \{X = (X_1, X_2, \dots, X_n) \mid \sum_{i=1}^n U_i(x_i) \leq R_{KSBS} - \sum_{i=1}^n R_{0i}\}$$

이고, 상기 제1 최적의 거래집합은 상기 제1 거래집합과 직선 L과 가장 가까운 집합이되, 상기 직선 L은

$$L = \{X \mid \frac{X_1}{\alpha_1 X_{MAX}^1} = \dots = \frac{X_n}{\alpha_n X_{MAX}^n}, \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1\}$$

인 것을 특징으로 하는 무선자원 관리 방법. 여기서, X_i 는 i 번 멀티미디어 서비스에게 할당되는 무선자원의 양 x_i 에 대한 유용성의 함수인 효용함수($X_i = U_i(x_i)$)이고, R_{KSBS} 는 상기 제1 무선자원이고, X_{MAX}^i 는 i 번 멀티미디어 서비스의 최대 가능 유용성이고, α_i 는 i 번 멀티미디어 서비스의 거래 파워이고, i 는 $1 \leq i \leq n$ 인 자연수이고, n 은 상기 복수의 멀티미디어 서비스의 개수이다.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 제2 거래집합 B_{NBS} 는

$$B_{NBS} = \{X = (X_1, X_2, \dots, X_n) \mid \sum_{i=1}^n U_i(x_i + x_i^{KSBS}) \leq R_{NBS}\}$$

이고, 상기 제2 최적의 거래집합 X_{NBS}^* 는

$$X_{NBS}^* = \arg \max_{x \in S} G(X) = \prod_{i=1}^n (X_i - d_i)^{\alpha_i}, \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$$

인 것을 특징으로 하는 무선자원 관리 방법. 여기서, X_i 는 i 번 멀티미디어 서비스에게 할당되는 무선자원의 양 x_i 에 대한 유용성의 함수인 효용함수($X_i = U_i(x_i)$)이고, X_i^{KSBS} 는 i 번 멀티미디어 서비스에게 KSBS에 의해 할당되는 무선자원의 양 x_i^{KSBS} 에 대한 유용성이고, R_{NBS} 는 상기 제2 무선자원이고, S 는 상기 제2 무선자원에 대해 가능한 모든 상기 제2 거래집합을 원소로 갖는 집합이고, α_i 는 i 번 멀티미디어 서비스의 거래 파워이고, i 는 $1 \leq i \leq n$ 인 자연수이고, n 은 상기 복수의 멀티미디어 서비스의 개수이다.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 네트워크에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 네트워크는 사용자의 위치와 이동성에 관계없이 네트워크에 접속할 수 있는 기술이다. 일반적으로 무선네트워크의 대표적인 예로 무선랜(Wireless Local Area Network, WLAN)을 들 수 있다. 무선랜은 기존의 유선랜과 달리 무선 매체(wireless medium)를 데이터 전달의 매개체로 이용하고 있으며, 기존의 유선랜에서 사용되던 케

이들의 연결을 필요로 하지 않는다. 현재 무선랜은 데이터 송수신을 위해 무선자원(Radio Resource)을 사용하여 데이터를 송수신함으로써 기존의 유선랜의 확장 또는 대안으로 주목받고 있다. 무선랜은 미국 전기 전자 학회(IEEE:Institute of Electrical and Electronics Engineers)의 IEEE 802.11 규격에 기초한다.

- [0003] 무선 네트워크의 유형으로 인프라스트럭처 네트워크(infrastructure network)이거나 ad-hoc 네트워크가 있다. 인프라스트럭처 네트워크는 액세스 포인트(Access Point, AP)와 이동 노드(Mobile Node, MN)로 구성된다. ad-hoc 네트워크는 2개 이상의 이동 노드로 구성된다. ad-hoc 네트워크는 이동 노드 간 직접 통신한다.
- [0004] 액세스 포인트는 무선 매체의 분산 서비스(Distribution service)를 제공하기 위한 것이다. 액세스 포인트는 예를 들어 기지국(Base Station, BS), 노드-B 또는 중계국 등으로 호칭될 수 있다. 이동 노드는 무선 매체에 접속하기 위하여 MAC(Medium access control) 계층과 PHY(Physical layer)를 포함하는 하나의 디바이스이다. 이동 노드는 예를 들어 스테이션(station), 단말기, 터미널, 서비스 클라이언트 등으로 호칭될 수 있다.
- [0005] 다양한 멀티미디어 서비스의 제공을 목적으로 하는 무선 네트워크는 사용자들이 제공받는 각 서비스들에 대하여 일정한 수준 이상의 품질을 보장해야 한다. 특정 서비스에 대한 사용자의 만족도를 결정하는 서비스의 종합적인 품질을 서비스 품질(Quality of Service, QoS)이라고 정의한다. 서비스 품질은 각 서비스에 적용되는 다양하고 복합적인 요인에 의해 결정된다. 예를 들어, 서비스 품질은 신뢰성(reliability), 지연(delay), 평균 처리율(mean throughput), 최고 처리율(peak throughput) 등이 될 수 있다.
- [0006] 무선 네트워크에서 다수의 멀티미디어 서비스에 대한 서비스 품질을 지원하기 위해 무선자원을 관리할 필요가 있다. 무선자원은 데이터 송수신시 사용되는 시간, 주파수 또는 코드 등이 될 수 있다. 예를 들어, 하나의 무선 자원 관리자(resource manager)는 복수의 이동 노드에게 주파수 또는 시간과 같은 무선자원을 분배할 수 있다. 여기서, 무선자원 관리자는 액세스 포인트일 수 있다. 복수의 이동 노드가 단일 주파수를 공유한다면 어떤 이동 노드에 전송시간을 얼마나 할당하느냐의 문제가 무선자원 관리이다. 한정된 무선자원이 잘 관리되면, 시스템 측면에서 주파수 효율과 시스템 용량을 증가시킬 수 있다. 또, 사용자 측면에서 원하는 서비스를 최적의 상태로 제공할 수 있다.
- [0007] 무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법으로는 이동 노드 간 자율 경쟁 방법 또는 중앙 무선자원 관리자에 의한 동등 분배 방법 등이 있다. 그런데, 노드 간 자율 경쟁 방법은 각 노드에서 발생할 수 있는 과장된 무선자원 요구에 대한 통제가 불가능하다. 동등 분배 방법은 서비스의 특징을 반영하지 못한다.
- [0008] 따라서, 무선자원이 한정된 무선 네트워크에서 효율적인 무선자원 관리 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 무선 네트워크에서 효율적인 무선자원 관리 방법을 제공함에 있다.

과제 해결수단

- [0010] 무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법을 제공한다. 상기 방법은 복수의 멀티미디어 서비스마다 무선자원의 양에 대한 유용성의 함수인 효용함수를 구하고, 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 효용함수에 기초한 만족 포인트를 설정하는 단계 및 상기 만족 포인트를 이용하여 NBS(Nash Bargaining Solution) 또는 KSBS(Kalai-Smorodinsky Bargaining Solution)를 선택하여 상기 복수의 멀티미디어 서비스마다 무선자원의 총량을 분배하는 단계를 포함한다.

효과

- [0011] 무선 네트워크에서 효율적인 무선자원 관리 방법을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하의 기술은 무선 네트워크에서 사용될 수 있다. 무선 네트워크는 음성, 영상 등과 같은 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 널리 배치된다.
- [0013] 무선자원 할당을 물건을 사고파는 거래 게임(bargaining game)으로 모델링하여, 무선자원 관리 방법에 거래해

(bargaining solution) 방법을 적용할 수 있다.

- [0014] M. van der Schaar의 논문은 무선자원 관리 방법에 거래해 방법의 적용을 제시하고 있다. 상기 논문에는 NBS(Nash Bargaining Solution)를 적용한 무선자원 관리 방법, KSBS(Kalai-Smorodinsky Bargaining Solution)를 적용한 무선자원 관리 방법이 각각 소개되어 있다.
- [0015] Z. Han의 논문은 다중 접속(multiple access) 기법으로 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)를 사용하는 무선 네트워크에서 다수의 사용자에게 NBS를 적용하여 채널을 할당하는 방법을 제시하고 있다. 상기 논문에는 NBS를 적용하여 부반송파(subcarrier)를 분배하는 무선자원 할당 방법, 최대 접근(maximal approach) 무선자원 할당 방법 및 최대-최소 접근(max-min approach) 무선자원 할당 방법 간에 사용자 간의 공평성(fairness)과 시스템 전체 성능이 비교되고 있다. 상기 논문에 의하면, NBS를 적용한 무선자원 할당 방법은 시스템 전체 성능이 최대 접근 무선자원 할당 방법에 근접하여, 최대-최소 접근 무선자원 할당 방법에 비하여 우수하다. 또한, NBS를 적용한 무선자원 할당 방법은 사용자 간의 공평성이 가장 우수하다.
- [0016] 거래해 방법을 적용한 무선자원 할당 방법은 한정된 무선자원의 분배에 있어서 둘 이상의 참여자 간에 최적의 거래집합(optimal bargaining set)을 도출하는 방법을 수학적으로 접근한 방법이다. 이때 모든 참여자는 해당 무선자원을 활용하는 효용함수(utility function)를 갖는다. 효용함수는 무선자원의 양과 유용성(utility)의 관계를 함수 형태로 나타낸 것이다. 유용성(utility)은 서비스에 대한 사용자의 만족도 또는 사용자가 느끼는 품질에 대한 척도를 말한다. 비디오인 경우, PSNR(Proportional Signal-to-Noise Ratio)과 같은 객관적인 값이 이용될 수 있다. 오디오인 경우, MOS(Mean Opinion Score)와 같은 주관적인 값이 이용될 수 있다.
- [0017] NBS를 적용한 무선자원 할당 방법(이하 NBS)은 모든 참여자들의 유용성의 내쉬 곱(Nash product)을 최대화시키는 거래집합을 최적의 거래집합으로 결정한다. 모든 참여자는 경쟁적 관계가 아닌 상호 협조적 관계임을 가정한다. 다수의 참여자에 대한 NBS의 거래해를 구하기 위하여 2-사용자(two-user) NBS의 거래해를 구하고, 모든 참여자를 2명(개)씩 쌍을 이루도록 하여 각 쌍에 대한 2-사용자 NBS의 거래해를 반복적으로 적용할 수 있다. 이를 통해 모든 참여자에 대한 NBS 최적의 거래집합을 결정할 수 있다.
- [0018] NBS는 무선자원 할당량 대비 유용성의 효율이 가장 높은 거래집합을 선택하여 무선자원을 할당한다. NBS는 서비스 전체의 유용성의 총합을 높이는데 초점을 두고 무선자원을 할당하므로, 전체적인 시스템 성능을 높이는데 활용될 수 있다. 그러나, NBS는 유용성 성능이 높은 서비스에 보다 많은 무선자원이 편중될 수 있다. 이는 서비스 간의 품질 편차를 발생시킬 수 있다.
- [0019] KSBS를 적용한 무선자원 할당 방법(이하 KSBS)은 네트워크 상에 존재하는 각 서비스의 최대 가능 유용성(maximum achievable utility)에 비례하여 무선자원을 할당한다. 따라서, KSBS는 모든 서비스 간 유용성에 대해 비율적 공평성(Proportional fairness)이 보장되도록 무선자원을 할당할 수 있다. 그러나, KSBS는 서비스 품질을 하향 평준화시킬 수 있다. 또한, 최대 가능 유용성의 차이가 큰 서비스가 존재하는 경우, 해당 서비스에 편중된 무선자원을 할당하게 된다.
- [0020] 이하, NBS만을 적용한 무선자원 할당 방법과 KSBS만을 적용한 무선자원 할당 방법의 장단점을 보완하기 위한 NBS와 KSBS를 혼합한 무선자원 관리 방법을 설명한다. 멀티미디어 데이터는 일정한 단위로 반복되는 구조를 가지고 있다. 상기 일정한 단위마다 거래 게임으로 한다. 이하에서 설명하는 무선자원 관리 방법은 매 반복되는 거래 게임마다 적용된다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0022] 도 1을 참조하면, 단계 S110에서, 무선자원 관리자는 거래 게임을 초기화한다(initialize). 무선자원 관리자는 거래 게임을 위한 정보를 수집한다. 거래 게임을 위한 정보에는 거래 게임에 참여하는 참여자의 수, 각 참여자에 대한 효용함수 등이 있다. 여기서, 참여자는 멀티미디어 서비스를 의미한다. 무선자원 관리자는 효용함수에 기초한 만족 포인트(satisfaction point) 결정한다. 이때, 각 참여자별 만족 포인트에 차등을 두어 참여자의 등급을 구분할 수도 있다. 또한, 무선자원 관리자는 만족 포인트를 만족시키는 무선자원의 양을 구한다. i 번 참여자의 효용함수는 $X_i=U_i(x_i)$ 로 나타낼 수 있다. 여기서, X_i 는 i 번 참여자에게 할당되는 무선자원의 양 x_i 에 대한 유용성이다. i 번 참여자의 효용함수(X_i)에 기초한 만족 포인트(S_i)를 만족시키는 무선자원의 양(x_i^s)은 다음 수식과 같이 구할 수 있다.

수학식 1

$$\begin{aligned} X_i &= U_i(x_i) \\ S_i &= U_i(x_i^s) \\ x_i^s &= U_i^{INV}(S_i) \end{aligned}$$

[0023]

[0024]

여기서, U_i^{INV} 는 U_i 의 역함수(inverse function)이다.

[0025]

무선자원 관리자는 거래 게임에서 할당하고자하는 무선자원의 총량(R_{MAX})를 계산하거나 예측한다. 무선자원의 총량 계산에는 교차 계층(cross layer) 방법 또는 RTP/RTCP(Real-Time Transport Protocol/RTP Control Protocol) 방법 등이 활용될 수 있다. 이를 통해 현재 채널 상태를 측정하여 앞으로의 채널 상태를 예측할 수 있다.

[0026]

무선자원 관리자는 무선자원의 총량을 각각 NBS를 통해 분배할 무선자원의 양(R_{NBS})과 KSBS를 통해 분배할 무선자원의 양(R_{KSBS})으로 구분한다. 무선자원의 총량을 구분하는 기준은 무선자원의 총량에서 일정한 비율로 결정하거나, 모든 참여자들의 효용함수에 기초한 만족 포인트의 합으로 결정할 수 있다. 예를 들어, KSBS를 통해 분배할 무선자원의 양(R_{KSBS})은 만족 포인트의 합으로 할 수 있다. 모든 참여자들의 효용함수에 기초한 만족 포인트의 합(x^s)은 다음 수학식과 같이 구할 수 있다.

수학식 2

$$x^s = \sum_{i=1}^n x_i^s$$

[0027]

[0028]

여기서, n 은 거래 게임에 참여하는 참여자의 수이다.

[0029]

단계 S120에서, 무선자원 관리자는 모든 참여자들의 최대 무선자원 요구량의 합(x_{MAX})과 무선자원의 총량(R_{MAX})을 비교한다. 모든 참여자들의 최대 무선자원 요구량의 합(x_{MAX})은 다음 수학식과 같이 구할 수 있다.

수학식 3

$$x_{MAX} = \sum_{i=1}^n x_i^{MAX}$$

[0030]

[0031]

여기서, n 은 거래 게임에 참여하는 참여자의 수이고, x_i^{MAX} 는 i 번 참여자의 최대 무선자원 요구량이다.

[0032]

모든 참여자들의 최대 무선자원 요구량의 합과 무선자원의 총량의 비교 과정은 무선자원 관리자가 거래 게임의 적용 여부를 판단하기 위한 것이다. 무선자원의 총량이 모든 참여자들의 최대 무선자원 요구량을 충족시킬 수 있다면, 거래 게임이 적용될 필요가 없기 때문이다.

[0033]

모든 참여자들의 최대 무선자원 요구량이 무선자원의 총량보다 작거나 같은 경우($x_{MAX} \leq R_{MAX}$), 무선자원 관리자는 거래 게임을 적용하지 않고 무선자원을 할당한다(S170). 무선자원 관리자는 각 참여자에게 각 참여자의 최대 무선자원 요구량을 할당할 수 있다. 최적의 거래집합(X^*)은 다음 수학식과 같이 구할 수 있다.

수학식 4

$$X^* = \{X_1^{MAX}, X_2^{MAX}, \dots, X_n^{MAX}\}$$

[0034]

- [0035] 여기서, X_i^{MAX} 는 $U_i(x_i^{\text{MAX}})$ 이다($1 \leq i \leq n$).
- [0036] 모든 참여자들의 최대 무선자원 요구량이 무선자원의 총량보다 큰 경우($x_{\text{MAX}} > R_{\text{MAX}}$), 무선자원 관리자는 거래 임을 적용하여 무선자원을 할당하기 위해 다음 과정을 수행한다.
- [0037] 단계 S130에서, 무선자원 관리자는 모든 참여자들의 효용함수에 기초한 만족 포인트의 합(x^s)과 무선자원의 총량(R_{MAX})을 비교한다.
- [0038] 모든 참여자들의 효용함수에 기초한 만족 포인트의 합이 무선자원의 총량보다 작거나 같은 경우($x^s \leq R_{\text{MAX}}$), 단계 S140에서 무선자원 관리자는 KSBS를 적용하여 KSBS의 최적의 거래집합을 구하고, 단계 S150에서 무선자원 관리자는 NBS를 적용하여 NBS의 최적의 거래집합을 구한다. 단계 S170에서 무선자원 관리자는 KSBS의 최적의 거래집합에 따라 무선자원을 할당하고, NBS의 최적의 거래집합에 따라 무선자원을 할당한다.
- [0039] 모든 참여자들의 효용함수에 기초한 만족 포인트의 합이 무선자원의 총량보다 큰 경우($x^s > R_{\text{MAX}}$), 단계 S160에서 무선자원 관리자는 KSBS를 적용하여 KSBS의 최적의 거래집합을 구한다. 단계 S170에서 무선자원 관리자는 KSBS의 최적의 거래집합에 따라 무선자원을 할당한다. 이 경우, 무선자원의 총량은 모두 KSBS를 통해 분배된다. 즉, NBS는 적용되지 않는다.
- [0040] 이하, KSBS 또는 NBS를 적용하여 최적의 거래집합을 구하는 과정을 상술한다.
- [0041] 무선자원 관리자는 KSBS를 통해 분배할 무선자원의 양(R_{KSBS})에 대하여 KSBS의 거래집합을 구한다. KSBS의 거래집합(B_{KSBS})은 다음 수식과 같이 구할 수 있다.

수학식 5

$$B_{\text{KSBS}} = \{X = (X_1, X_2, \dots, X_n) \mid \sum_{i=1}^n U_i(x_i) \leq R_{\text{KSBS}} - \sum_{i=1}^n R_{0i}\}$$

- [0042]
- [0043] 여기서, X_i 는 i 번 참여자에게 할당되는 무선자원의 양 x_i 에 대한 유용성으로, 모든 i 에 대하여 $X_i > 0$ 이다.
- [0044] 무선자원 관리자는 KSBS의 거래집합(B_{KSBS})으로부터 KSBS의 최적의 거래집합을 구한다. NBS의 최적의 거래집합(X_{KSBS}^*)은 KSBS의 거래집합(B_{NBS})과 직선 L과의 교점으로 결정될 수 있다. 또는, KSBS의 최적의 거래집합(X_{KSBS}^*)은 KSBS의 거래집합(B_{KSBS})과 직선 L과 가장 가까운 집합으로 결정될 수 있다. 직선 L은 다음 수식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$L = \{X \mid \frac{X_1}{\alpha_1 X_{\text{MAX}}^1} = \dots = \frac{X_n}{\alpha_n X_{\text{MAX}}^n}, \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1\}$$

- [0045]
- [0046] 여기서, X_{MAX}^i 는 i 번 참여자의 최대 가능 유용성(maximum achievable utility)이고, α_i 는 i 번 참여자의 거래 파워로 모든 i 에 대하여 $\alpha_i > 0$ 이고, 모든 i 에 대하여 $X_i > 0$ 이다. 거래 파워는 특정 참여자에 대한 무선자원 할당의 가중치를 부여하기 위한 것이다.
- [0047] 다음, 무선자원 관리자는 NBS를 통해 분배할 무선자원의 양(R_{NBS})에 대하여 NBS의 거래집합을 구한다. NBS의 거래집합(B_{NBS})은 다음 수식과 같이 구할 수 있다.

수학식 7

$$B_{NBS} = \{X = (X_1, X_2, \dots, X_n) \mid \sum_{i=1}^n U_i(x_i + x_i^{KSBS}) \leq R_{NBS}\}$$

여기서, X_i 는 i 번 참여자에게 할당되는 무선자원의 양 x_i 에 대한 유용성으로, 모든 i 에 대하여 $X_i > X_i^{KSBS}$ 이다. X_i^{KSBS} 는 i 번 참여자에게 KSBS에 의해 할당되는 무선자원의 양 x_i^{KSBS} 에 대한 유용성이다.

무선자원 관리자는 NBS의 거래집합 내에서 NBS의 최적의 거래집합을 구한다. NBS의 최적의 거래집합은 모든 참여자들의 유용성의 내쉬 곱을 최대화시키는 NBS의 거래집합으로 결정될 수 있다. 예를 들어, NBS의 최적의 거래집합(X_{NBS}^*)은 다음 수학적식과 같이 구할 수 있다.

수학식 8

$$X_{NBS}^* = \arg \max_{x \in S} G(X) = \prod_{i=1}^n (X_i - d_i)^{\alpha_i}, \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$$

여기서, S 는 NBS를 통해 분배할 무선자원의 양(R_{NBS})에 대해 가능한 모든 NBS의 거래집합을 원소로 갖는 집합이고, α_i 는 i 번 참여자의 거래 파워로, 모든 i 에 대하여 $\alpha_i > 0$ 이다. 거래 파워가 높을수록 상대적으로 많은 무선자원을 할당 받을 수 있다. 즉, 일반적인 상행위에서 비교하면 중요한 고객이라고 할 수 있다. 거래 파워는 무선자원 할당 결과 발생될 수 있는 서비스 품질 편차를 최소화하기 위한 것이다.

무선자원 관리자는 모든 참여자에게 KSBS의 최적의 거래집합(X_{KSBS}^*)에 따라 무선자원을 할당하고, NBS의 최적의 거래집합(X_{NBS}^*)에 따라 무선자원을 할당한다. i 번 참여자가 할당받는 무선자원(x_i^*)은 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 9

$$x_i^* = x_{i,NBS}^* + x_{i,KSBS}^*$$

여기서, $x_{i,NBS}^*$ 는 NBS의 최적의 거래집합(X_{NBS}^*)에 따른 무선자원의 양이고, $x_{i,KSBS}^*$ 는 KSBS의 최적의 거래집합(X_{KSBS}^*)에 따른 무선자원의 양이고, $1 \leq i \leq n$ 이다.

이와 같이, 무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법에 NBS와 KSBS를 혼합한 무선자원 관리 방법을 적용할 수 있다. NBS와 KSBS를 혼합한 무선자원 관리 방법은 복수의 멀티미디어 서비스마다 효용함수에 기초하여 서비스 품질의 만족 포인트(satisfaction point)를 설정하는 단계 및 만족 포인트를 이용하여 NBS 또는 KSBS를 적응적으로 선택하여 무선자원을 할당하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 모든 서비스에 대하여 만족 포인트를 만족시키지 못하는 경우, KSBS를 적용하여 동일한 비율로 무선자원을 할당한다. 이를 통해 기본적인 서비스 품질을 비례적으로 공평하게 제공할 있다. 모든 서비스에 대해 만족 포인트를 만족시키는 경우, NBS를 적용하여 가장 효율이 높은 서비스에 대하여 보다 많은 무선자원을 할당한다. 이를 통해 시스템 전체의 유용성의 총합을 높일 수 있다.

사용자와 채널의 조건에 따라 NBS와 KSBS가 순차적으로 적용될 수 있다. NBS와 KSBS가 순차적으로 적용되는 경우, 무선 네트워크의 가용 무선자원(Available Resource)의 총량을 두 개로 나누고, 나뉘어진 무선자원 중 하나의 무선자원은 NBS를 적용하여 각 사용자에게 분배되고, 다른 하나의 무선자원은 KSBS를 적용하여 사용자에게 분배된다.

첫째, KSBS를 먼저 적용하여 무선자원을 할당하고, 잉여 무선자원에 대하여 NBS를 적용하여 무선자원을 할당할

수 있다(도 1 참조). 가용 무선자원의 분배에 있어서 기본적인 품질의 형평성을 보장할 수 있고, 잉여 무선자원에 대하여 서비스 효율성에 비례하여 분배할 수 있다.

- [0059] 둘째, 서비스 효율성에 비례한 무선자원 분배를 위해 NBS를 먼저 적용하고, 잉여 무선자원에 대하여 품질 형평성에 비례한 무선자원 분배를 위해 KSBS를 적용할 수 있다.
- [0060] 이와 같이, 무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법에 NBS와 KSBS를 혼합한 무선자원 관리 방법을 적용함으로써, 다수의 멀티미디어 서비스에 대하여 효율적으로 무선자원을 할당할 수 있다.
- [0061] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법의 활용을 나타낸다.
- [0062] 도 2를 참조하면, 무선 네트워크는 IEEE 802.11 인프라스트럭처 네트워크이다. 인프라스트럭처 네트워크는 액세스 포인트와 4개의 이동 노드(MN1, MN2, MN3, MN4)를 포함한다. 원격지의 미디어 서버(Media Server)가 2개의 이동 노드(MN1, MN2)에게 SVC(Scalable Video Coding) 비디오 스트리밍 서비스를 제공하려 한다고 가정한다. SVC는 H.264/MPEG-4 AVC 비디오 압축 표준에 기초한 기술이다.
- [0063] 도 3은 SVC 비디오의 계층 구성과 그에 따른 만족 포인트를 구분하는 예를 나타낸다.
- [0064] 도 3을 참조하면, SVC 비디오의 공간적 스케일러빌리티(spatial scalability)는 3개의 공간 계층을 갖는다. 3개의 공간 계층은 2개의 기본 계층과 1개의 고급계층으로 구분된다. 만족 포인트는 SVC 비디오의 기본 계층과 고급 계층을 구분하는 기준을 이용하여 결정될 수 있다. 가용 무선자원은 2명의 사용자(User 1, User 2)에게 만족 포인트를 이용하여 KSBS, NBS를 적용하여 할당된다. 2명의 사용자(User 1, User 2)는 각각 2개의 이동 노드(MN1, MN2)에 대응될 수 있다. 가용 무선자원은 인프라스트럭처 네트워크의 전체 가용 대역폭일 수 있다. 각 사용자에게 할당된 무선자원은 웨이브릿(wavelet) 비디오 기반의 효용함수에 인가되어 비디오 품질로 표현될 수 있다. 액세스 포인트는 교차 계층 방법을 사용하여 수신 신호 품질에 따른 가용 무선자원의 양을 계산할 수 있다. 액세스 포인트는 MANE(Media Aware Network Element) 프록시(proxy)로 계산된 무선자원의 양을 영상의 GOP(Group of Picture) 시간 단위로 전달할 수 있다.
- [0065] 도 4는 서로 다른 SVC 비디오의 R-D(Rate-Distortion) 커브의 예를 나타낸 그래프이다. 그래프 x축은 비트율(Bitrate)이고, y축은 PSNR이다. 비트율의 단위는 Kbps(kilobits per second)이고, PSNR의 단위는 데시벨(decibel, dB)이다. 각 사용자(player 1, player 2)의 만족 포인트는 다르다.
- [0066] 도 5는 두 명의 사용자에게 KSBS만을 적용하여 무선자원을 할당하는 경우와 NBS만을 적용하여 무선자원을 할당하는 경우의 예를 나타낸 그래프이다. 그래프 x축은 최대 무선자원(Resource max)이고, y축은 PSNR이다. 최대 무선자원의 단위는 Kbps이고, PSNR의 단위는 데시벨이다. KSBS만을 적용하는 경우 시스템 전체의 유용성이 하향 평준화된다. NBS만을 적용하는 경우 두 명의 사용자 간의 품질 편차가 발생한다.
- [0067] 도 6은 두 명의 사용자에게 NBS와 KSBS를 혼합하여 무선자원을 할당하는 경우의 예를 나타낸 그래프이다. 그래프 x축은 최대 무선자원(Resource max)이고, y축은 PSNR이다. 최대 무선자원의 단위는 Kbps이고, PSNR의 단위는 데시벨이다.
- [0068] 도 6을 참조하면, 가용 무선자원의 총량이 적은 경우에는 두 명의 사용자 간 품질의 비율적 공평성을 보장받는다. 가용 무선자원의 총량이 증가함에 따라 시스템의 유용성을 최대화시키는 방향으로 무선자원이 할당된다.
- [0069] 상술한 모든 기능은 상기 기능을 수행하도록 코딩된 소프트웨어나 프로그램 코드 등에 따른 마이크로프로세서, 제어기, 마이크로제어기, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등과 같은 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 상기 코드의 설계, 개발 및 구현은 본 발명의 설명에 기초하여 당업자에게 자명하다고 할 것이다.
- [0070] 이상 본 발명에 대하여 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시켜 실시할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 상술한 실시예에 한정되지 않고, 본 발명은 이하의 특허청구범위의 범위 내의 모든 실시예들을 포함한다고 할 것이다.

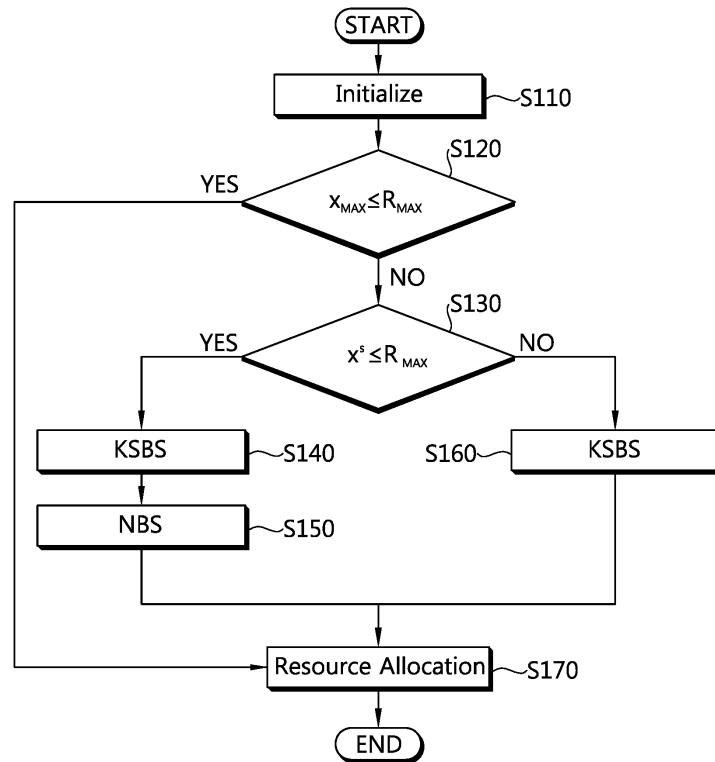
도면의 간단한 설명

- [0071] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법을 나타내는 순서도이다.

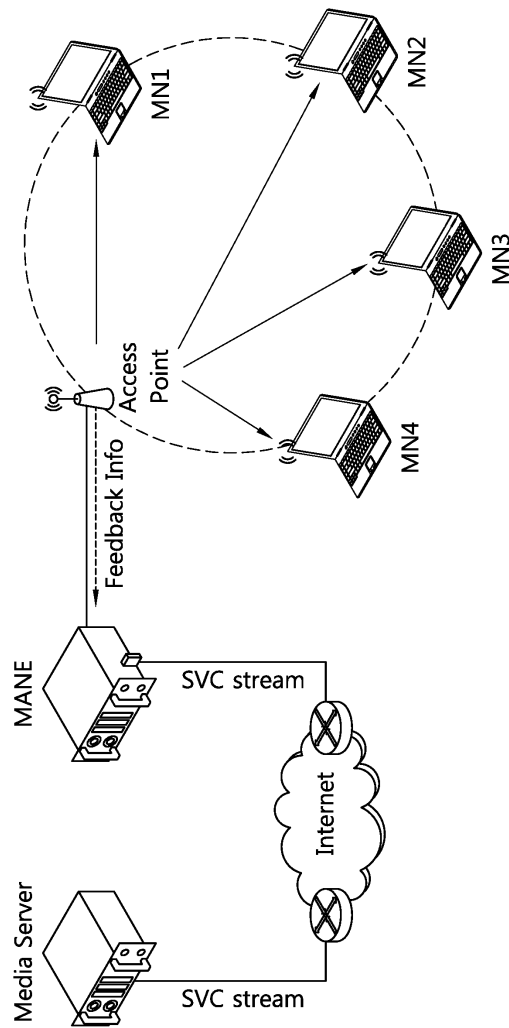
- [0072] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 무선 네트워크에서 무선자원 관리 방법의 활용을 나타낸다.
- [0073] 도 3은 SVC 비디오의 계층 구성과 그에 따른 만족 포인트를 구분하는 예를 나타낸다.
- [0074] 도 4는 서로 다른 SVC 비디오의 R-D 커브의 예를 나타낸 그래프이다.
- [0075] 도 5는 두 명의 사용자에게 KSBS만을 적용하여 무선자원을 할당하는 경우와 NBS만을 적용하여 무선자원을 할당하는 경우의 예를 나타낸 그래프이다.
- [0076] 도 6은 두 명의 사용자에게 NBS와 KSBS를 혼합하여 무선자원을 할당하는 경우의 예를 나타낸 그래프이다.

도면

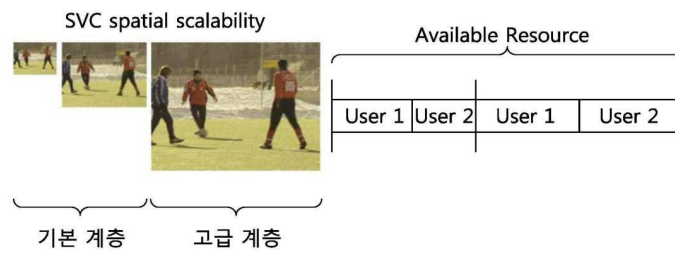
도면1



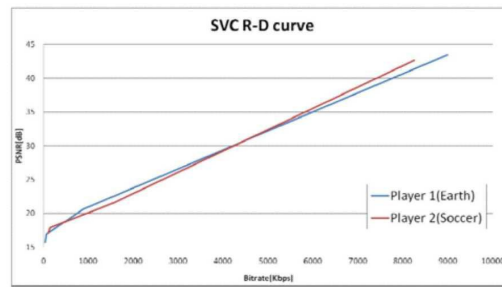
도면2



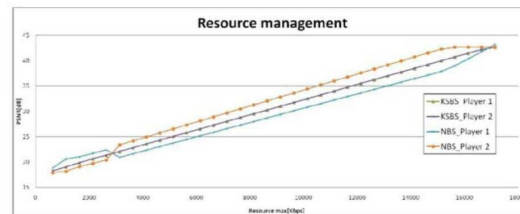
도면3



도면4



도면5



도면6

