

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0096572 (43) 공개일자 2014년08월06일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04W 72/02 (2009.01) H04W 88/02 (2009.01)	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)	
(21) 출원번호 10-2013-0009284		
(22) 출원일자 2013년01월28일	(72) 발명자	
심사청구일자 없음	이원준 서울 강남구 남부순환로 3032, 108동 1001호 (대치동, 미도아파트) 노희준 경기 성남시 분당구 서판교로 29, 918동 1802호 (판교동, 판교원마을한림폴에버아파트) 이지섭 경기 부천시 원미구 계남로 60, 2243동 301호 (상동, 진달래마을)	
	(74) 대리인 송경근	

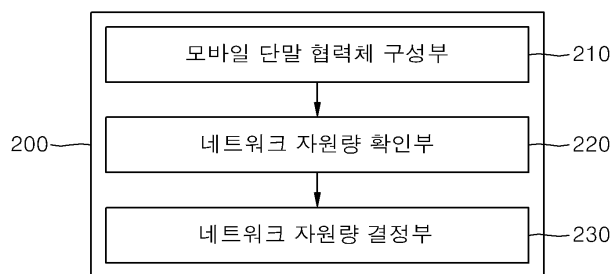
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치 및 방법

(57) 요약

테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치 및 방법이 개시된다. 모바일 단말 협력체 구성부는 복수의 모바일 단말이 각각의 셀룰러 네트워크에 연결되어 있으면서, 각각의 모바일 단말이 액세스 포인트(access point : AP)가 되어 애드혹 네트워크를 구성하여 상호 데이터를 송수신할 수 있는 복수의 모바일 단말이 협력체(cooperative group)를 이룬다. 네트워크 자원량 확인부는 협력체를 구성하는 복수의 모바일 단말 각각의 통신량과 통신 제약, 그리고, 각각의 모바일 단말이 연결된 셀룰러 네트워크의 통신 가격을 확인한다. 네트워크 자원량 결정부는 네트워크 자원량 확인부를 통해 확인된 복수의 모바일 단말의 네트워크 자원량을 토대로 통신 비용을 최소화할 수 있도록 적응적으로 네트워크 자원량을 결정한다. 본 발명에 따르면, 테더링 서비스를 이용하여 복수의 단말이 상호 서로의 네트워크 자원을 사고 팔 수 있는 상황에서 각 단말의 네트워크 가격과 자원 요구량을 분석하여 적응적으로 최적의 자원 할당량과 자원 가격을 정할 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

복수의 모바일 단말이 각각의 셀룰러 네트워크에 연결되어 있으면서, 각각의 모바일 단말이 액세스 포인트(access point : AP)가 되어 애드혹 네트워크를 구성하여 상호 데이터를 송수신할 수 있는 상기 복수의 모바일 단말이 협력체(cooperative group)를 이루는 모바일 단말 협력체 구성부;

상기 협력체를 구성하는 상기 복수의 모바일 단말 각각의 통신량과 통신 제약, 그리고, 상기 각각의 모바일 단말이 연결된 셀룰러 네트워크의 통신 가격을 확인하는 네트워크 자원량 확인부; 및

상기 네트워크 자원량 확인부를 통해 확인된 상기 복수의 모바일 단말의 네트워크 자원량을 토대로 통신 비용을 최소화할 수 있도록 적응적으로 네트워크 자원량을 결정하는 네트워크 자원량 결정부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 네트워크 자원량 확인부는,

상기 복수의 모바일 단말 각각의 통신량을 확인하는 통신량 확인부;

상기 각각의 모바일 단말의 통신 제약을 확인하는 통신 제약 확인부; 및

상기 각각의 모바일 단말이 연결된 셀룰러 네트워크의 통신 가격을 확인하는 단위 통신량 가격 확인부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 네트워크 자원량 결정부는 하기 수학적식 A에 의해 상기 통신 비용을 최소화하는 것을 특징으로 하는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치:

[수학적식 A]

$$\begin{aligned} \mathbf{X}^* = & \underset{\mathbf{X} \geq 0}{\operatorname{argmin}} & & \mathbf{d}^T \mathbf{X} \mathbf{p} \\ & \text{subject to} & & \mathbf{d}^T \mathbf{X}^j \leq c_j, \quad \forall j \in \mathcal{N}, \\ & & & \mathbf{1}^T \mathbf{X}_i = 1, \quad \forall i \in \mathcal{N}, \\ & & & \mathbf{d}^T (\mathbf{X} \mathbf{1} - \operatorname{diag}(\mathbf{X})) \leq C_L \end{aligned}$$

여기서, $\mathbf{X}^*$ 는 통신 트래픽의 적정한 할당을 나타내는 행렬(optimal traffic load matrix), X_i, X_j 는

$\mathbf{X}$ 통신 트래픽 행렬의 i 번째 열(row)과 j 번째 행(column)을 의미하며, $\mathbf{d}$ 는 트래픽 요구 벡터(traffic

demand vector)로서 $\mathbf{d} = [d_1, d_2, \dots, d_n]^T$, $\mathbf{p}$ 는 단위 통신량당 트래픽 가격 벡터(per unit external

traffic price vector)로서 $\mathbf{p} = [p_1, p_2, \dots, p_n]^T$, $\mathbf{c}$ 는 트래픽 능력 벡터(traffic capacity vector)로

서 셀룰러 네트워크의 통신 제약을 의미하며 $c=[c_1, c_2, \dots, c_n]^T$, N 은 협력체에 참여하는 단말의 집합, 그리고, C_L 은 애드혹 네트워크에서의 통신 제약을 의미한다.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 네트워크 자원량 결정부는 상기 통신 비용을 최소화하여 발생하는 이익을 상기 협력체를 구성한 각 모바일 단말에게 공평하게 분배하기 위해 하기 수학적 B를 이용하는 것을 특징으로 하는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치:

[수학적 B]

$$p^* = \underset{p \geq 0}{\operatorname{argmax}} \sum_{i \in N} u_i(p, X^*)$$

여기서, P^* 는 단위 통신량당 적정한 마켓 가격(optimal market price in the coalition), P 는 단위 통신량당 마켓 가격, 그리고, $u_i(p, X^*)$ 는 주어진 마켓 가격(P)에 대한 사용자의 효용을 의미하고 $u_i(p, X^*) = U_i((p - p_i)w_i(X^*)) = \log(1 + (p - p_i)w_i(X^*))$ 이다.

청구항 5

테더링을 이용한 가격 기반 협력 장치에 의해 수행되는 가격 기반 협력 방법에 있어서,

- (a) 복수의 모바일 단말이 각각의 셀룰러 네트워크에 연결되어 있으면서, 각각의 모바일 단말이 액세스 포인트(access point : AP)가 되어 애드혹 네트워크를 구성하여 상호 데이터를 송수신할 수 있는 상기 복수의 모바일 단말이 협력체(cooperative group)를 이루는 단계;
- (b) 상기 협력체를 구성하는 상기 복수의 모바일 단말 각각의 통신량, 통신 제약, 그리고, 상기 각각의 모바일 단말이 연결된 셀룰러 네트워크의 통신 가격을 브로드캐스트(broadcast) 하는 단계; 및
- (c) 상기 복수의 모바일 단말의 네트워크 자원량을 토대로 통신 비용을 최소화할 수 있도록 적응적으로 네트워크 자원량을 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

- (b1) 상기 복수의 모바일 단말 각각의 통신량을 확인하는 단계;
- (b2) 상기 각각의 모바일 단말의 통신 제약을 확인하는 단계; 및
- (b3) 상기 각각의 모바일 단말이 연결된 셀룰러 네트워크의 통신 가격을 확인하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 방법.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 (c) 단계는 하기 수학적 C에 의해 상기 통신 비용을 최소화하는 것을 특징으로 하는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 방법:

[수학식 C]

$$\begin{aligned} \mathbf{X}^* = & \underset{\mathbf{X} \succeq \mathbf{0}}{\operatorname{argmin}} \quad \mathbf{d}^T \mathbf{X} \mathbf{p} \\ \text{subject to} & \quad \mathbf{d}^T \mathbf{X}^j \leq c_j, \quad \forall j \in \mathcal{N}, \\ & \quad \mathbf{1}^T \mathbf{X}_i = 1, \quad \forall i \in \mathcal{N}, \\ & \quad \mathbf{d}^T (\mathbf{X} \mathbf{1} - \operatorname{diag}(\mathbf{X})) \leq C_L \end{aligned}$$

여기서, $\mathbf{X}^*$ 는 통신 트래픽의 적정한 할당을 나타내는 행렬(optimal traffic load matrix), X_i, X_i 는 $\mathbf{X}$ 통신 트래픽 행렬의 i 번째 열(row)과 j 번째 행(column)을 의미하며, $\mathbf{d}$ 는 트래픽 요구 벡터(traffic demand vector)로서 $\mathbf{d} = [d_1, d_2, \dots, d_n]^T$, $\mathbf{p}$ 는 단위 통신량당 트래픽 가격 벡터(per unit external traffic price vector)로서 $\mathbf{p} = [p_1, p_2, \dots, p_n]^T$, $\mathbf{c}$ 는 트래픽 능력 벡터(traffic capacity vector)로서 셀룰러 네트워크의 통신 제약을 의미하며 $\mathbf{c} = [c_1, c_2, \dots, c_n]^T$, $\mathcal{N}$ 은 협력체에 참여하는 단말의 집합, 그리고, C_L 은 애드혹 네트워크에서의 통신 제약을 의미한다.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 (c) 단계는 상기 통신 비용을 최소화하여 발생하는 이익을 상기 협력체를 구성한 각 모바일 단말에게 공평하게 분배하기 위해 하기 수학식 D를 이용하는 것을 특징으로 하는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 방법:

[수학식 D]

$$\mathbf{p}^* = \underset{\mathbf{p} \geq 0}{\operatorname{argmax}} \quad \sum_{i \in \mathcal{N}} u_i(\mathbf{p}, \mathbf{X}^*)$$

여기서, $\mathbf{p}^*$ 는 단위 통신량당 적정한 마켓 가격(optimal market price in the coalition), $\mathbf{p}$ 는 단위 통신량당 마켓 가격, 그리고, $u_i(\mathbf{p}, \mathbf{X}^*)$ 는 주어진 마켓 가격($\mathbf{p}$)에 대한 사용자의 효용을 의미하고 $u_i(\mathbf{p}, \mathbf{X}^*) = U_i((\mathbf{p} - \mathbf{p}_i)w_i(\mathbf{X}^*)) = \log(1 + (\mathbf{p} - \mathbf{p}_i)w_i(\mathbf{X}^*))$ 이다.

청구항 9

제 5항 내지 제 8항 중 어느 한 항에 기재된 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 복수의 단말이 셀룰러 네트워크에 연결됨과 동시에 테더링을 이용하여 애드혹 네트워크에 상호 연결되었을때 네트워크 자원의 거래량과 가격을 적응적으로 결정하는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 테더링은 스마트폰과 같은 모바일 단말을 모뎀으로 사용할 수 있는 기술로써, 다른 단말을 통해 이동 전화 네트워크에 접속할 수 있다. 이는 시중에 사용되고 있는 모바일 단말이 여러 개의 네트워크 인터페이스를 갖추고 있어서 가능한 것이다. 이러한 특징을 더 확장하여 이용하면, 각 모바일 단말이 각각의 셀룰러 네트워크에 연결됨과 동시에 협력체를 이룬 단말 사이의 애드혹 네트워크에 연결할 수 있다. 이와 같은 상황에서 한 단말이 다른 단말을 대신하여 자신의 셀룰러 네트워크에 접속하여 통신을 하고 그 결과를 애드혹 네트워크를 통해 전달할 수 있다.

[0003] 이와 관련된 선행기술을 구체적으로 살펴보면, 한국공개공보 제2012-0043922호(발명의 명칭 : 테더링 서비스 과금 방법 및 시스템)에는 PC 등에서 이동 단말기 모뎀을 통해 무선 인터넷에 접속하여 데이터를 송수신할 때, 데이터 분석장치가 송수신되는 데이터를 분석하여 테더링 데이터에 해당할 경우, 테더링 과금 정보를 생성해 과금 시스템에 전달함으로써 테더링 서비스에 대해 정해진 요율에 따라 테더링 서비스 사용량을 차등 과금할 수 있는 시스템 및 방법을 개시하고 있다.

[0004] 또한, 한국공개공보 제2012-0059693호(발명의 명칭 : 테더링 서비스 과금 지원 시스템 및 과금 지원 방법과, 이를 지원하는 단말기 및 과금 서비스 적용 장치)에는 테더링 연결 요청 기기의 고유 식별값(예를 들어, ID 값)을 기반으로 테더링 서비스 이용에서 발생하는 과금을 선택적으로 부여함으로써 과금 발생 이력을 명확히 할 수 있는 시스템 및 방법을 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 테더링 서비스를 이용하여 복수의 단말이 상호 서로의 네트워크 자원을 사고 팔 수 있는 상황에서 각 단말의 네트워크 가격과 자원 요구량을 분석하여 적응적으로 최적의 자원 할당량과 자원 가격을 정할 수 있는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 테더링 서비스를 이용하여 복수의 단말이 상호 서로의 네트워크 자원을 사고 팔 수 있는 상황에서 각 단말의 네트워크 가격과 자원 요구량을 분석하여 적응적으로 최적의 자원 할당량과 자원 가격을 정할 수 있는 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치는, 복수의 모바일 단말이 각각의 셀룰러 네트워크에 연결되어 있으면서, 각각의 모바일 단말이 액세스 포인트(access point : AP)가 되어 애드혹 네트워크를 구성하여 상호 데이터를 송수신할 수 있는 상기 복수의 모바일 단말이 협력체(cooperative group)를 이루는 모바일 단말 협력체 구성부; 상기 협력체를 구성하는 상기 복수의 모바일 단말 각각의 통신량과 통신 제약, 그리고, 상기 각각의 모바일 단말이 연결된 셀룰러 네트워크의 통신 가격을 확인하는 네트워크 자원량 확인부; 및 상기 네트워크 자원량 확인부를 통해 확인된 상기 복수의 모바일 단말의 네트워크 자원량을 토대로 통신 비용을 최소화할 수 있도록 적응적으로 네트워크 자원량을 결정하는 네트워크 자원량 결정부;를 구비한다.

[0008] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 방법은, 테더링을 이용한 가격 기반 협력 장치에 의해 수행되는 가격 기반 협력 방법에 있어서, (a) 복수의 모바일 단말이 각각의 셀룰러 네트워크에 연결되어 있으면서, 각각의 모바일 단말이 액세스 포인트(access point : AP)가 되어 애드혹 네트워크를 구성하여 상호 데이터를 송수신할 수 있는 상기 복수의 모바일 단말이 협력체(cooperative group)를 이루는 단계; (b) 상기 협력체를 구성하는 상기 복수의 모바일 단말 각각의 통신량, 통신 제약, 그리고, 상기 각각의 모바일 단말이 연결된 셀룰러 네트워크의 통신 가격을 브로드캐스트(broadcast) 하는 단계; 및 (c) 상기 복수의 모바일 단말의 네트워크 자원량을 토대로 통신 비용을 최소화할 수 있도록 적응적으로 네트워크

크 자원량을 결정하는 단계;를 갖는다.

[0009] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 컴퓨터로 읽을 수 있는 매체는 상기한 방법 중 어느 하나를 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치 및 방법에 의하면, 테더링 서비스를 이용하여 복수의 단말이 상호 서로의 네트워크 자원을 사고 팔 수 있는 상황에서 각 단말의 네트워크 가격과 자원 요구량을 분석하여 적응적으로 최적의 자원 할당량과 자원 가격을 정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 방법을 구현하기 위한 전체 네트워크를 도시한 도면,

도 2는 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치의 구성을 도시한 블록도, 그리고,

도 3은 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 방법이 수행되는 과정을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하에서 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치(이하에서는, '가격 기반 협력 통신 장치'라 함) 및 방법의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.

[0013] 도 1은 복수의 단말(예를 들어, 3개의 단말)이 각각의 셀룰러 네트워크에 연결되어 있으면서, 각각의 단말이 AP(Access Point)가 되어 애드혹 네트워크를 구성하는 모습을 도시한 도면이다. 여기서 단말은 스마트폰이나 노트북 또는 태블릿 PC 등 셀룰러 네트워크와 와이파이(wi-fi) 통신을 지원하는 모든 종류의 기기가 될 수 있다. 이때, 각 단말은 자신의 셀룰러 네트워크와 애드혹 네트워크를 통해 데이터를 전송할 수 있다.

[0014] 그러나 애드혹 네트워크를 통한 통신은 다른 단말이 자신의 셀룰러 네트워크를 사용함으로써 발생하는 것이므로 다른 단말에 대해 적절한 보상을 해주어야 한다. 이를 위해 각 모바일 단말의 네트워크 자원량, 예를 들어 각 단말의 통신 제약과 통신 요구량 등이 얼마나 발생하였는지에 대한 기록과 단위 통신량에 대한 가격 결정이 필요하다. 그러나 가격 결정에 있어 네트워크 자원을 파는 측과 사는 측은 서로 추구하는 방향이 반대이다. 따라서 가격은 네트워크 자원을 사는 측과 파는 측, 양측의 이익을 모두 고려하여 공평하게 결정되어야 한다. 이를 위해 아래 수학적 1과 같은 효용 함수가 필요하다.

수학적 1

$$U_i(\Pi) = \log(1 + \Pi)$$

[0015]

[0016] 여기서, U_i 는 효용 함수, i 는 단말, 그리고 Π 는 단말이 협력체를 구성하지 않을 때 통신비용과 협력체를 구성할 때 통신비용의 차이를 의미한다. 이때, Π 가 크면 클수록 협력체를 통한 이익이 증가하게 된다. 하지만 효용 함수의 기울기는 Π 가 클수록 작아지므로, Π 가 작을 때 더 큰 폭으로 증가하게 된다. 참고로, Π 에 1을 더해준 이유는 Π 가 0일 때 함수가 정의되지 않는 문제를 해결하기 위함이다.

[0017] 네트워크 자원의 거래량과 가격은 궁극적으로 협력체에 참여하는 단말의 효용을 최대화시키는 방향으로 결정된다. 이는 다음에서 설명하는 두 가지 단계의 최적화 문제를 통해 결정될 수 있다.

[0018] 첫 번째로, 단말의 효용을 최대화하기 위해서는 협력체에서 발생하는 통신 비용을 최소화해야 한다. 이를 위해서는 각 단말의 통신 제약과 통신 비용, 그리고 통신 요구량을 알아야 한다. 문제를 모델링 하기 위해 다음 표

1과 같은 표기법을 사용한다.

표 1

Symbol	Definition
$\mathcal{N} = \{1, 2, \dots, n\}$	Set of users in a cooperation group
$\mathbf{d} = [d_1, d_2, \dots, d_n]^T$	Traffic demand vector
$\mathbf{p} = [p_1, p_2, \dots, p_n]^T$	Per unit external traffic price vector
$\mathbf{c} = [c_1, c_2, \dots, c_n]^T$	Traffic capacity vector
$\mathbf{1} = [1, 1, \dots, 1]^T \in \mathbb{R}^n$	Vector where each element equals 1
$\mathbf{X} = [x_{ij}] \in \mathbb{R}^{n \times n}$	Traffic load matrix
$\mathbf{X}^* = [x_{ij}^*] \in \mathbb{R}^{n \times n}$	Optimal traffic load matrix
$\mathbf{X}_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}]$	i -th row of matrix $\mathbf{X}$
$\mathbf{X}^j = [x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}]^T$	j -th column of matrix $\mathbf{X}$
C_L	In-network traffic of the coalition
$\succeq, \preceq$	Elementwise matrix inequalities
$w_i(\mathbf{X}^*)$	Contribution of user i
p	Market price in the coalition
p^*	Optimal market price in the coalition
$u_i(p, \mathbf{X}^*)$	Utility of user i given market price p
$\Sigma(\mathbf{X}^*)$	Surplus of the coalition p

즉, $\mathcal{N}$ 은 협력체에 참여하는 단말의 집합이다. $\mathbf{d}, \mathbf{p}, \mathbf{c}$ 는 각각 단말의 통신 요구량, 셀룰러 네트워크 통신 가격, 셀룰러 네트워크 통신 제약에 해당하는 집합을 의미한다. $\mathbf{X}$ 는 통신 트래픽의 할당을 나타내는 행렬로서, x_{ij} 는 단말 i 가 단말 j 를 통해 통신하게 되는 통신량(비율)을 나타낸다. $\mathbf{P}$ 는 애드혹 네트워크에서 네트워크 자원을 거래(대신 전송)할 때의 단위 통신량당 마켓 가격을 나타낸다. C_L 은 애드혹 네트워크에서의 통신 제약을 나타낸다.

수학식 2

$$\begin{aligned} \mathbf{X}^* = & \underset{\mathbf{X} \succeq \mathbf{0}}{\operatorname{argmin}} && \mathbf{d}^T \mathbf{X} \mathbf{p} \\ & \text{subject to} && \mathbf{d}^T \mathbf{X}^j \leq c_j, \quad \forall j \in \mathcal{N}, \\ & && \mathbf{1}^T \mathbf{X}_i = 1, \quad \forall i \in \mathcal{N}, \\ & && \mathbf{d}^T (\mathbf{X} \mathbf{1} - \operatorname{diag}(\mathbf{X})) \leq C_L \end{aligned}$$

이때, 첫 번째 제약 조건은 단말이 처리하는 통신량은 자신의 셀룰러 네트워크 통신 제약을 넘어서는 안 된다는 것이다. 두 번째 제약 조건은 임의의 단말이 자신을 포함한 다른 단말에 할당한 통신량에 대한 비율은 합이 1이 되어야 한다는 것이다. 세 번째 제약 조건은 애드혹 네트워크에서 발생한 통신량은 애드혹 네트워크가 허용하는 제약보다 크지 않아야 한다.

수학식 3

$$w_i(X^*) = d^T X^{*i} - d_i$$

수학식 3에서 $w_i(X^*)$ 는 협력체에 기여한 통신량(총 통신량에서 자신의 요구량을 뺀 것)을 의미하는데, 이 값이 양수이면 다른 단말을 위해 추가로 통신을 한 것을 말하고, 음수이면 다른 단말의 도움을 받은 것을 말한다.

두 번째로, 앞서 살펴본 통신 가격을 최소화함으로써 얻는 이익은 협력체를 구성한 구성원 모두에게 나누어져야 한다. 상술한 바와 같이 $w_i(X^*)$ 가 양수이면 네트워크 자원을 파는 단말이 되고, $w_i(X^*)$ 가 음수이면 네트워크 자원을 사는 단말이 된다. 여기서, 단위 통신량당 마켓 가격을 P 라 하고, P 를 고려한 단말의 효용함수를 $u_i(p, X^*)$ 라 하면, 아래 수학식 4와 같이 정의될 수 있다.

수학식 4

$$u_i(p, X^*) = U_i((p - p_i)w_i(X^*)) = \log(1 + (p - p_i)w_i(X^*))$$

상기 수학식 4에 기재된 함수는 0을 포함한 양수이다. 셀룰러 네트워크 가격이 마켓 가격과 같거나, 협력체를 통해 도움을 주지도 받지도 않을 때 효용 함수는 0이 된다. 협력체의 효용을 최대화하기 위한 식은 다음과 같다.

수학식 5

$$p^* = \arg \max_{p \geq 0} \sum_{i \in N} u_i(p, X^*)$$

효용함수는 위로 볼록한 꼴이므로, 이익을 하나의 단말에 집중 시키기 보다는 여러 단말에게 나눌 때 협력체의 효용이 더욱 증가하게 된다. 따라서 상기 수학식 5는 단 말간 이익의 공평성을 반영하고 있다.

도 2는 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치(200)의 구성을 도시한 블록도이고, 도 3은 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 방법이 수행되는 과정을 도시한 흐름도이다.

도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치(200)는 모바일 단말 협력체 구성부(210), 네트워크 자원량 확인부(220) 및 네트워크 자원량 결정부(230)로 구성된다.

모바일 단말 협력체 구성부(210)는 도 1에 도시된 바와 같이 복수의 모바일 단말이 각각의 셀룰러 네트워크에 연결되어 있으면서, 각각의 모바일 단말이 액세스 포인트(access point : AP)가 되어 애드혹 네트워크를 구성하여 상호 데이터를 송수신할 수 있는 복수의 모바일 단말이 협력체(cooperative group)를 이룰 수 있도록 한다(S310). 도 3에 도시된 과정은 협력체(cooperative group)에 참여하는 모바일 단말이 없을 때까지 지속적으로 반복하는데, 이 과정의 시작은 협력체(cooperative group)에 참여할 의사를 묻는 것으로 시작된다.

네트워크 자원량 확인부(220)는 협력체(cooperative group)를 구성하는 복수의 모바일 단말 각각의 통신량과 통신 제약, 그리고, 각각의 모바일 단말이 연결된 셀룰러 네트워크의 통신 가격을 확인한다. 즉, 협력체

(cooperative group)에 참여할 의사가 있는 단말은 자신의 셀룰러 네트워크 통신 제약과 셀룰러 네트워크 통신 가격, 그리고 필요 통신량에 대한 내용을 담은 패킷을 브로드캐스트 한다(S320).

[0034] 네트워크 자원량 결정부(230)는 네트워크 자원량 확인부(220)를 통해 확인된 복수의 모바일 단말의 네트워크 자원량을 토대로 통신 비용을 최소화할 수 있도록 적응적으로 네트워크 자원량을 결정한다. 이 정보를 바탕으로 각 단말은 상기 수학식 1 내지 수학식 5를 이용하여 최적화 문제를 풀게 되며, 모든 단말이 같은 정보를 가지게 되므로 최적화 문제를 푼 결과도 동일하게 된다(S330). 이후 계산한 결과를 바탕으로 본 발명에 따른 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치를 이용하게 되며, 결정된 정보대로 각 모바일 단말 간 거래를 완료(S340)하게 된다.

[0035] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 유무선 통신망으로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

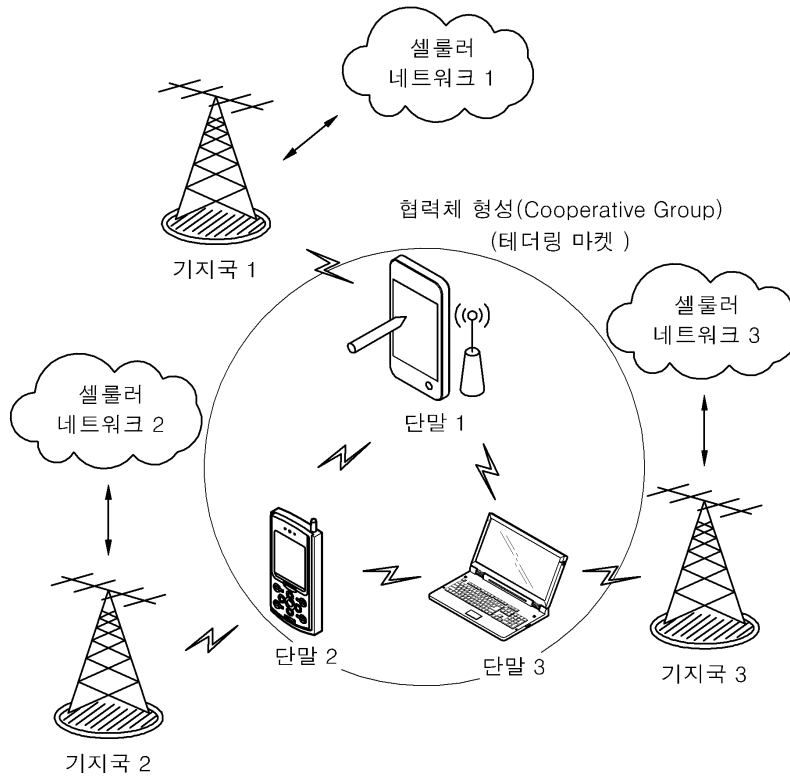
[0036] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특징의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

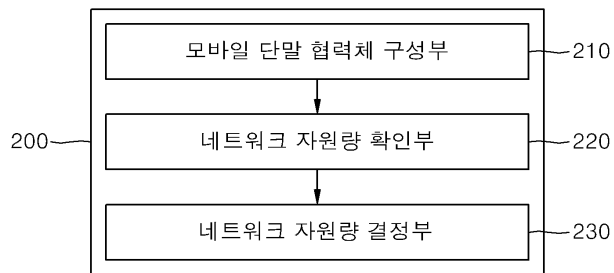
[0037] 200 : 테더링을 이용한 가격 기반 협력 통신 장치
210 : 모바일 단말 협력체 구성부
220 : 네트워크 자원량 확인부
230 : 네트워크 자원량 결정부

도면

도면1



도면2



도면3

