



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2015년08월24일  
(11) 등록번호 10-1546646  
(24) 등록일자 2015년08월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04W 28/10 (2009.01) H04W 24/00 (2009.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0006239  
(22) 출원일자 2014년01월17일  
심사청구일자 2014년01월17일  
(65) 공개번호 10-2015-0086079  
(43) 공개일자 2015년07월27일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020130107667 A  
KR1020110074050 A\*  
KR1020130095908 A  
KR1020130088612 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
한국과학기술원  
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)  
(72) 발명자  
이윤  
대전 유성구 대학로 291, 전자과 6-3205 (구성동, 한국과학기술원)  
박한진  
대전 유성구 대학로 291, (구성동, 한국과학기술원)  
(74) 대리인  
이철희

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 이준석

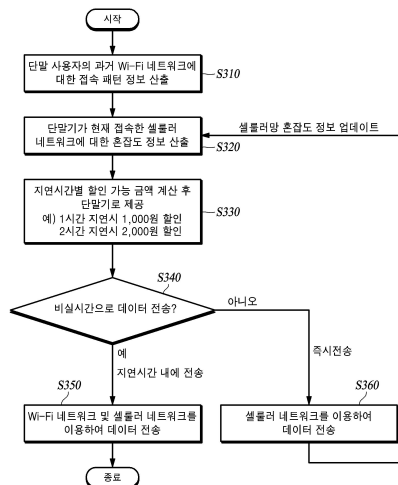
(54) 발명의 명칭 **데이터 지연 전송을 이용한 인센티브 제공 방법 및 장치**

(57) 요약

데이터 지연 전송을 이용한 인센티브 제공 방법 및 장치를 개시한다.

사용자가 데이터 지연 전송 서비스에 참여할 수 있도록 유도하기 위해 데이터를 지연 전송하는 사용자들에게 별도의 인센티브를 제공하는 데이터 지연 전송을 이용한 인센티브 제공 방법 및 장치를 제공한다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 11-911-05-004

부처명 방송통신위원회

연구관리전문기관 한국방송통신전파진흥원

연구사업명 방송통신기술개발사업

연구과제명 이동통신/센서 네트워크 응용을 위한 DTN 기술 개발

기여율 1/1

주관기관 KAIST

연구기간 2011.03.01 ~ 2013.12.31

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

기 설정된 기간 동안 단말기가 무선랜 기반 네트워크에 접속한 정보를 기반으로 접속 패턴 정보를 산출하는 무선랜 정보 산출부;

상기 단말기가 현재 접속한 셀룰러 기반 네트워크의 혼잡도 정보를 산출하는 혼잡도 산출부;

상기 혼잡도 정보를 기반으로 콘텐츠 별로 각각의 전송 지연 시간 정보를 산출하고, 상기 접속 패턴 정보 및 상기 전송 지연 시간 정보에 근거하여 할인 금액 정보를 산출하며, 상기 할인 금액 정보 각각을 해당 콘텐츠에 매칭하여 상기 단말기로 제공하는 콘텐츠 제공부; 및

상기 단말기로부터 비실시간 콘텐츠 요청이 있는 경우, 상기 단말기의 상기 무선랜 기반 네트워크의 진입 여부에 근거하여 상기 무선랜 기반 네트워크 또는 상기 셀룰러 기반 네트워크로 상기 비실시간 콘텐츠를 상기 단말기로 전송하는 트래픽 제어부

를 포함하되, 상기 트래픽 제어부는 네트워크 상태( $net(\tau)$ ) 및 상기 비실시간 콘텐츠의 플로우 스케줄 대상의 집합(I)에서 데드라인이 가장 긴 플로우의 최대 지연 송수신 시작 시점에 근거하여 상기 플로우의 송수신 여부를 결정하는 것을 특징으로 하는 트래픽 제어 장치.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 트래픽 제어부는,

상기 단말기로부터 실시간 콘텐츠 요청이 있는 경우, 상기 셀룰러 기반 네트워크를 이용하여 상기 실시간 콘텐츠를 상기 단말기로 전송하는 것을 특징으로 하는 트래픽 제어 장치.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 무선랜 정보 산출부는,

상기 기 설정된 기간 동안 상기 단말기로부터 무선랜 전파 환경 정보를 수집하고, 상기 무선랜 전파 환경 정보에 포함된 상기 단말기가 상기 무선랜 기반 네트워크 내에 접속 시간 정보에 근거하여 평균 접속 시간 정보를 산출하고, 상기 단말기가 상기 무선랜 기반 네트워크에 접속하는 횟수 정보에 근거하여 평균 접속 빈도 정보를 산출하고, 상기 평균 접속 시간 정보 및 상기 평균 접속 빈도 정보를 포함하는 상기 접속 패턴 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 트래픽 제어 장치.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 혼잡도 산출부는,

상기 단말기로부터 셀룰러 전파 환경 신호를 수집하고, 상기 셀룰러 전파 환경 정보에 포함된 파라미터인 Rx, Tx, Ec/Io, RSSI, 전송률, 할당 단말기 수 중 적어도 하나 이상의 파라미터를 기 설정된 네트워크 상태 임계치와 비교하여 상기 혼잡도 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 트래픽 제어 장치.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 트래픽 제어부는,

상기 비실시간 콘텐츠의 플로우 스케줄 대상의 집합(I)에서 데드라인이 가장 긴 상기 플로우를 추출하고, 상기 플로우의 상기 최대 지연 송수신 시작 시점을 산출하고, 상기 플로우 스케줄 대상의 집합(I) 내의 스케줄 대상

플로우가 존재하는지의 여부를 확인하며, 확인 결과, 상기 스케줄 대상 플로우가 미존재하는 경우, 상기 네트워크 상태( $net(\tau)$ )를 확인하며, 상기 네트워크 상태( $net(\tau)$ ) 및 상기 최대 지연 송수신 시작 시점에 근거하여 상기 플로우의 송수신 여부를 결정하는 것을 특징으로 하는 트래픽 제어 장치.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 트래픽 제어부는,

상기 플로우 스케줄 대상의 집합(I)에서 데드라인이 가장 긴 플로우인 플로우 q를 추출하고, 상기 플로우 q의 최대 지연 송수신 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 산출하는 것을 특징으로 하는 트래픽 제어 장치.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 트래픽 제어부는,

상기 플로우 q의 데드라인( $t_d^q$ ), 상기 플로우 q의 남은 파일 사이즈( $s^q(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기에 따라 예측된 셀룰러 기반 전송 속도, 상기 플로우 q의 데드라인( $t_d^q$ ), 상기 플로우 q의 남은 파일 사이즈( $s^q(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기에 따라 예측된 무선랜 기반 전송 속도에 근거하여 상기 플로우 q의 최대 지연 송수신 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 산출하는 것을 특징으로 하는 트래픽 제어 장치.

**청구항 8**

제 6 항에 있어서,

상기 트래픽 제어부는,

확인 결과, 상기 플로우 스케줄 대상의 집합(I) 내의 플로우가 존재하는 경우, 상기 플로우 스케줄 대상의 집합(I)에서 상기 플로우 q 이후의 데드라인이 가장 긴 플로우인 플로우 p를 추출하며, 상기 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )과 상기 플로우 p 직전에서 스케줄된 상기 플로우 q의 최대 지연 송수신 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 비교한 비교 결과를 생성하며, 상기 비교 결과에 근거하여 상기 플로우 p의 최대 지연 송수신 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 산출하는 것을 특징으로 하는 트래픽 제어 장치.

**청구항 9**

기 설정된 기간 동안 단말기가 무선랜 기반 네트워크에 접속한 정보를 기반으로 접속 패턴 정보를 산출하는 정보 산출 과정;

상기 단말기가 현재 접속한 셀룰러 기반 네트워크의 혼잡도 정보를 산출하는 혼잡도 산출 과정;

상기 혼잡도 정보를 기반으로 콘텐츠 별로 각각의 전송 지연 시간 정보를 산출하고, 상기 접속 패턴 정보 및 상기 전송 지연 시간 정보에 근거하여 할인 금액 정보를 산출하며, 상기 할인 금액 정보 각각을 해당 콘텐츠에 매칭하여 상기 단말기로 제공하는 콘텐츠 제공 과정; 및

상기 단말기로부터 비실시간 콘텐츠 요청이 있는 경우, 상기 단말기의 상기 무선랜 기반 네트워크의 진입 여부에 근거하여 상기 무선랜 기반 네트워크 또는 상기 셀룰러 기반 네트워크로 상기 비실시간 콘텐츠를 상기 단말기로 전송하는 트래픽 제어 과정

을 포함하되, 상기 트래픽 제어 과정은 네트워크 상태( $net(\tau)$ ) 및 상기 비실시간 콘텐츠의 플로우 스케줄 대상의 집합(I)에서 데드라인이 가장 긴 플로우의 최대 지연 송수신 시작 시점에 근거하여 상기 플로우의 송수신 여부를 결정하는 것을 특징으로 하는 이중 무선 네트워크에서의 데이터 지연 전송 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 실시예는 데이터 지연 전송을 이용한 인센티브 제공 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 이하에 기술되는 내용은 단순히 본 실시예와 관련되는 배경 정보만을 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것이 아니다.

[0003] 스마트폰, 태블릿과 같이 사용자의 이동성에 따라 이동하는 단말기들은 셀룰러 네트워크, Wi-Fi 네트워크 등과 같은 서로 다른 특성을 가진 이종 네트워크 중에 어느 하나에 연결될 수 있다. 또한, 네트워크 종류에 따라 데이터 전송 속도가 다른 특성을 가진다.

[0004] 단말기의 트래픽 중에 비실시간성을 갖는 데이터(예컨대, 모바일 클라우드 동기화 데이터, 예약 다운로드 서비스 데이터)의 경우, 데이터 지연 전송을 이용하여 전송할 수 있다. 다시 말해, 할당된 지연 시간 내에서 셀룰러 네트워크 대신에 Wi-Fi 네트워크를 이용하는 경우 셀룰러 네트워크의 부하를 감소시킬 수 있다.

[0005] 예를 들어 설명하면, 콘텐츠를 실시간 다운로드하지 않고 할당된 '1 시간'의 데드라인 내에 지연 전송을 하고자 하는 경우, 미래의 '1 시간' 동안 단말기가 접속할 수 있는 Wi-Fi 네트워크로 데이터를 다운로드하다가 데드라인이 임박한 시점부터 셀룰러 네트워크로 데이터를 다운로드함으로써 셀룰러 네트워크의 부하를 감소시킬 수 있다. 요금이 부과되는 셀룰러 네트워크 대신 무료인 Wi-Fi 네트워크를 이용하는 데이터 지연 전송 방식으로 인해 셀룰러 네트워크를 운용하는 사업자의 네트워크 관리 비용을 감소시킬 수 있다.

[0006] 하지만, 이러한 데이터 지연 전송이 널리 이용되기 위해서는 사용자의 적극적인 참여가 필요한 실정이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 실시예는 사용자가 데이터 지연 전송 서비스에 참여할 수 있도록 유도하기 위해 데이터 지연 전송을 선택하는 사용자들에게 별도의 인센티브를 제공하는 데이터 지연 전송을 이용한 인센티브 제공 방법 및 장치를 제공하는 데 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 기 설정된 기간 동안 단말기가 무선랜 기반 네트워크에 접속한 정보를 기반으로 접속 패턴 정보를 산출하는 무선랜 정보 산출부; 상기 단말기가 현재 접속한 셀룰러 기반 네트워크의 혼잡도 정보를 산출하는 혼잡도 산출부; 상기 혼잡도 정보를 기반으로 콘텐츠 별로 각각의 전송 지연 시간 정보를 산출하고, 상기 접속 패턴 정보 및 상기 전송 지연 시간 정보에 근거하여 할인 금액 정보를 산출하며, 상기 할인 금액 정보 각각을 해당 콘텐츠에 매칭하여 상기 단말기로 제공하는 콘텐츠 제공부; 및 상기 단말기로부터 비실시간 콘텐츠 요청이 있는 경우, 상기 단말기의 상기 무선랜 기반 네트워크의 진입 여부에 근거하여 상기 무선랜 기반 네트워크 또는 상기 셀룰러 기반 네트워크로 상기 비실시간 콘텐츠를 상기 단말기로 전송하는 트래픽 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 트래픽 제어 장치를 제공한다.

[0009] 또한, 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 기 설정된 기간 동안 단말기가 무선랜 기반 네트워크에 접속한 정보를 기반으로 접속 패턴 정보를 산출하는 과정; 상기 단말기가 현재 접속한 셀룰러 기반 네트워크의 혼잡도 정보를 산출하는 과정; 상기 혼잡도 정보를 기반으로 콘텐츠 별로 각각의 전송 지연 시간 정보를 산출하고, 상기 접속 패턴 정보 및 상기 전송 지연 시간 정보에 근거하여 할인 금액 정보를 산출하며, 상기 할인 금액 정보 각각을 해당 콘텐츠에 매칭하여 상기 단말기로 제공하는 과정; 및 상기 단말기로부터 비실시간 콘텐츠 요청이 있는 경우, 상기 단말기의 상기 무선랜 기반 네트워크의 진입 여부에 근거하여 상기 무선랜 기반 네트워크 또는 상기 셀룰러 기반 네트워크로 상기 비실시간 콘텐츠를 상기 단말기로 전송하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 이종 무선 네트워크에서의 데이터 지연 전송 방법을 제공한다.

**발명의 효과**

- [0010] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 셀룰러 네트워크(예컨대, 2G, 3G, LTE 등)와 무선랜 네트워크(예컨대, Wi-Fi)가 혼재된 이중 네트워크 환경에서, 셀룰러 네트워크에 부하를 감소시키기 위해 데이터 지연 전송이 가능한 트래픽(비실시간 트래픽)을 셀룰러 네트워크에서 Wi-Fi 네트워크로 전환한 후 지연 전송하는 기술을 활성화하기 위해 금전적인 이득(인센티브)을 제공하여 사용자가 자발적으로 비실시간 트래픽으로 전환할수록 하는 효과가 있다.
- [0011] 또한, 본 실시예에 의하면 이중 네트워크와 연결 가능한 단말기를 대상으로, 단말기가 데이터를 지연 전송 가능한 콘텐츠 요청과 함께 각 콘텐츠의 데드라인을 설정한 경우, 각 콘텐츠의 데드라인 내 전송 완료를 충족시키면서 셀룰러 네트워크의 사용 최소화할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0012] 또한, 본 실시예에 의하면 셀룰러 네트워크 사용을 줄이기 위해서 예약 전송 시스템을 사용하는 경우 사용자의 데이터 지연 전송을 정량화하기 어렵고, 데이터 지연 전송의 참여 여부를 결정하기 어려운 문제 등을 해결할 수 있도록, 사용자의 Wi-Fi 네트워크 접속 패턴을 기반으로 무선 이동통신 사업자가 얻을 수 있는 네트워크 관리 비용 감소를 예측하고 예측된 비용의 일정 부분을 사용자에게 할인 쿠폰 등으로 제공하여 사용자가 데이터 지연 전송 서비스에 참여하도록 유도할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0013] 또한, 본 실시예에 의하면 사용자 입장에서 콘텐츠 다운로드 방식에 대한 선택권을 가지도록 하여, 데이터 지연 전송 서비스를 이용하는 사용자가 콘텐츠를 좀 더 저렴하게 구입할 수 있는 효과가 있다. 예컨대, 콘텐츠가 영상 콘텐츠인 경우, 사용자는 콘텐츠를 저렴한 가격에 시청할 수 있기 때문에 동영상 시청에 대한 요구가 증가될 수 있다.
- [0014] 또한, 이동통신 사업자 입장에서, 셀룰러 네트워크가 혼잡한 시간대에 보다 많은 사용자들이 데이터 지연 전송 서비스를 사용하도록 유도함으로써 셀룰러 네트워크 관리 비용을 절감할 수 있다. 또한, 저렴한 콘텐츠 가격으로 인해서 향후 더 많은 사용자들이 동영상과 같은 콘텐츠를 시청하는 경우에도 전체 트래픽을 효율적으로 관리할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0015] 또한, 콘텐츠 사업자 입장에서, 할인된 콘텐츠 시청 요구가 증가되어 콘텐츠 유통의 활성화가 되어, 결과적으로 수익이 증대되는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0016] 도 1은 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송 시스템을 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- 도 2는 본 실시예에 따른 트래픽 제어 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- 도 3은 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 4는 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송 시 할인의 예시를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송 시 데이터 전달 경로의 예시를 나타낸 도면이다.
- 도 6는 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송에 이용되는 순차적 스케줄링 알고리즘을 나타낸 순서도이다.
- 도 7은 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송에 이용되는 병렬적 스케줄링 알고리즘을 나타낸 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0017] 이하, 본 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0018] 도 1은 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송 시스템을 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0019] 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송 시스템은 단말기(110), 트래픽 제어 장치(120) 및 콘텐츠 제공 장치(130)를 포함한다. 데이터 지연 전송 시스템에 포함된 구성요소는 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0020] 도 1에 도시된 바와 같이, 단말기(110)가 셀룰러 존 내에서 이동경로와 같이 이동하는 것으로 가정한다. 단말기(110)는 스마트폰(Smart Phone), 태블릿(Tablet), 랩톱(Laptop), 개인용 컴퓨터(PC: Personal Computer), 개인 휴대 단말기(PDA: Personal Digital Assistant), 게임 콘솔, 휴대형 멀티미디어 플레이어(PMP: Portable Multimedia Player), 플레이스테이션 포터블(PSP: PlayStation Portable), 무선 통신 단말기(Wireless Communication Terminal), TV, 미디어 플레이어 등과 같은 사용자 단말기일 수 있다.
- [0021] 단말기(110)는 셀룰러 존 내에서 이동하다가 Wi-Fi 존에 진입하는 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 비실시간으로

전송하고자 하는 콘텐츠를 순차 또는 병렬적으로 단말기(110)에 전송한다.

- [0022] 단말기(110)가 다시 Wi-Fi 존을 벗어나는 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 데드라인 내에서 최대한 콘텐츠에 대한 전송을 지연하고 있다가 Wi-Fi 존에 재진입하는 경우 콘텐츠를 순차 또는 병렬적으로 전송할 수 있다. 마지막으로 단말기(110)는 Wi-Fi 존이 아니더라도 데드라인이 임박한 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 셀룰러 네트워크를 이용하여 콘텐츠를 순차 또는 병렬적으로 전송할 수 있다. 여기서, 데드라인(예컨대, 최대 전송 완료 시각)은 단말기(110)의 사용자의 명령 또는 서비스 운용자의 명령에 의해 설정될 수 있다.
- [0023] 트래픽 제어 장치(120)는 송수신하고자 하는 콘텐츠 각각의 데드라인과 전송 소요 시간을 확인하고, 데드라인 및 전송 소요 시간에 근거하여 최대 지연 송수신 시작 시점을 산출한다. 트래픽 제어 장치(120)는 최대 지연 송수신 시작 시점이 도래하기 전에 현재 네트워크 상태를 확인하며, 현재 네트워크 상태에 근거하여 콘텐츠의 송수신 여부를 결정한다. 송수신 여부를 결정하기 위한 트래픽 제어 장치(120)의 동작에 대해 설명하면, 트래픽 제어 장치(120)는 현재 네트워크 상태가 셀룰러 네트워크인 경우, 최대 지연 송수신 시점까지 콘텐츠의 송수신을 지연시킨다. 한편, 트래픽 제어 장치(120)는 현재 네트워크 상태가 Wi-Fi 네트워크인 경우, 최대 지연 송수신 시점과 무관하게 콘텐츠를 바로 송수신한다.
- [0024] 도 1에 도시된 바와 같이, 트래픽 제어 장치(120)는 결과적으로 기 설정된 시각 이내에 예약 콘텐츠에 대한 전송이 완료되도록 하면서 셀룰러 네트워크 사용을 최소화하는 전송 스케줄링 기법을 제공할 수 있다.
- [0025] 이러한, 데이터 지연 전송 시스템은 유료 콘텐츠를 서비스하는 콘텐츠 제공 장치(130)(예컨대, 콘텐츠 사업자인 방송국 사업자, 케이블 방송 사업자 등)로부터 단말기(110)가 콘텐츠를 다운로드하고자 할 때, 단말기(110)의 사용자가 데이터 지연 전송을 선택하는 경우, 트래픽 제어 장치(120)에서 콘텐츠 가격의 일부분을 이동통신 사업자가 쿠폰이나 할인 포인트로 보전하도록 한다. 이러한 시스템을 이용하는 경우 이동통신 사업자는 데이터 지연 전송을 이용하여 셀룰러 네트워크 관리 비용을 줄일 수 있으며, 콘텐츠 사업자는 저렴한 콘텐츠 가격으로 인해 콘텐츠 유통의 활성화를 기대할 수 있다.
- [0026] 도 2는 본 실시예에 따른 트래픽 제어 장치를 개략적으로 나타낸 블럭 구성도이다.
- [0027] 본 실시예에 따른 트래픽 제어 장치(120)는 무선랜 정보 산출부(208), 혼잡도 산출부(210), 콘텐츠 제공부(220) 및 트래픽 제어부(230)를 포함한다. 트래픽 제어 장치(120)에 포함된 구성요소는 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0028] 무선랜 정보 산출부(208)는 기 설정된 기간 동안 단말기(110)가 Wi-Fi 네트워크(무선랜 기반 네트워크)에 접속한 정보를 기반으로 접속 패턴 정보를 산출한다. 무선랜 정보 산출부(208)는 기 설정된 기간 동안 단말기(110)로부터 무선랜 전파 환경 정보를 수집한다.
- [0029] 다시 말해, 무선랜 정보 산출부(208)는 무선랜 전파 환경 정보에 포함된 단말기(110)가 Wi-Fi 네트워크(무선랜 기반 네트워크) 내에 접속 시간 정보에 근거하여 평균 접속 시간 정보를 산출한다. 무선랜 정보 산출부(208)는 단말기(110)가 Wi-Fi 네트워크에 접속하는 횟수 정보에 근거하여 평균 접속 빈도 정보를 산출한다. 이후, 무선랜 정보 산출부(208)는 평균 접속 시간 정보 및 평균 접속 빈도 정보를 포함하는 접속 패턴 정보를 산출한다.
- [0030] 혼잡도 산출부(210)는 단말기(110)가 현재 접속한 셀룰러 네트워크의 혼잡도 정보를 산출한다. 혼잡도 산출부(210)는 단말기(110)로부터 셀룰러 전파 환경 신호를 수집한다. 혼잡도 산출부(210)는 셀룰러 전파 환경 정보에 포함된 파라미터인 Rx, Tx, Ec/Io, RSSI, 전송률, 할당 단말기 수 중 적어도 하나 이상의 파라미터를 기 설정된 네트워크 상태 임계치와 비교하여 혼잡도 정보를 산출한다.
- [0031] 이하, 혼잡도 산출부(210)가 단말기(110)가 통신하는 네트워크의 혼잡도 정보를 산출하는 과정에 대해 설명한다. 혼잡도 산출부(210)는 단말기(110)로부터 단말기(110)가 현재 접속한 네트워크로부터 수신된 셀룰러 전파 환경 신호에 근거하여 혼잡도 정보(네트워크 상태)를 혼잡 상태, 일반 상태 및 원활 상태 중 어느 하나의 상태로 산출할 수 있다. 혼잡도 산출부(210)는 단말기(110)로부터 수신된 전파 환경 신호에 포함된 파라미터인 Rx, Tx, Ec/Io, RSSI, 전송률, 할당 단말기 수 중 적어도 하나 이상의 파라미터를 기 설정된 네트워크 상태 임계치와 비교하여 혼잡도 정보를 산출할 수 있다. 또한, 혼잡도 산출부(210)는 파라미터와 네트워크 상태 임계치를 비교하여 파라미터가 네트워크 상태 임계치를 초과하는 경우 네트워크 상태를 혼잡 상태로 산출할 수 있다. 혼잡도 산출부(210)는 파라미터와 네트워크 상태 임계치를 비교하여 파라미터가 네트워크 상태 임계치 미만인 경우 네트워크 상태를 원활 상태로 산출할 수 있다. 혼잡도 산출부(210)는 파라미터와 네트워크 상태 임계치를 비교하여 파라미터가 네트워크 상태 임계치의 오차 허용 범위에 포함되는 경우 네트워크 상태를 일반 상태로 산

출할 수 있다.

- [0032] 콘텐츠 제공부(220)는 혼잡도 산출부(210)에서 산출한 혼잡도 정보를 기반으로 콘텐츠 별로 각각의 전송 지연 시간 정보를 산출한다. 콘텐츠 제공부(220)는 무선랜 정보 산출부(208)에서 산출한 접속 패턴 정보 및 전송 지연 시간 정보에 근거하여 할인 금액 정보를 산출한다. 콘텐츠 제공부(220)는 할인 금액 정보 각각을 해당 콘텐츠에 매칭하여 단말기(110)로 제공한다.
- [0033] 이하, 트래픽 제어부(230)가 비실시간 콘텐츠를 전송하는 과정에 대해 설명한다. 트래픽 제어부(230)는 단말기(110)로부터 비실시간 콘텐츠 요청이 있는 경우, 단말기(110)의 Wi-Fi 네트워크의 진입 여부에 근거하여 Wi-Fi 네트워크 또는 셀룰러 네트워크로 비실시간 콘텐츠를 단말기(110)로 전송한다. 한편, 트래픽 제어부(230)는 단말기(110)로부터 실시간 콘텐츠 요청이 있는 경우, 셀룰러 네트워크를 이용하여 실시간 콘텐츠를 단말기로 전송한다.
- [0034] 트래픽 제어부(230)는 비실시간 콘텐츠의 플로우 스케줄 대상의 집합(I)에서 데드라인이 가장 긴 플로우를 추출한다. 트래픽 제어부(230)는 플로우의 최대 지연 송수신 시작 시점을 산출한다. 트래픽 제어부(230)는 플로우 스케줄 대상의 집합(I) 내의 플로우가 존재하는지의 여부를 확인한다. 확인 결과, 스케줄 대상 플로우가 미존재하는 경우, 트래픽 제어부(230)는 현재 네트워크 상태( $net(\tau)$ )를 확인하며, 네트워크 상태( $net(\tau)$ ) 및 최대 지연 송수신 시작 시점에 근거하여 플로우의 송수신 여부를 결정한다.
- [0035] 트래픽 제어부(230)는 플로우 스케줄 대상의 집합(I)에서 데드라인이 가장 긴 플로우인 플로우 q를 추출한다. 트래픽 제어부(230)는 플로우 q의 최대 지연 송수신 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 산출한다. 트래픽 제어부(230)는 플로우 q의 데드라인( $t_d^q$ ), 플로우 q의 남은 파일 사이즈( $s^q(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기에 따라 예측된 셀룰러 기반 전송 속도, 플로우 q의 데드라인( $t_d^q$ ), 플로우 q의 남은 파일 사이즈( $s^q(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기에 따라 예측된 무선랜 기반 전송 속도에 근거하여 플로우 q의 최대 지연 송수신 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 산출한다.
- [0036] 확인 결과, 플로우 스케줄 대상의 집합(I) 내의 플로우가 존재하는 경우, 트래픽 제어부(230)는 플로우 스케줄 대상의 집합(I)에서 플로우 q 이후의 데드라인이 가장 긴 플로우인 플로우 p를 추출한다. 트래픽 제어부(230)는 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )과 플로우 p 직전에서 스케줄된 플로우 q의 최대 지연 송수신 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 비교한 비교 결과를 생성한다. 트래픽 제어부(230)는 비교 결과에 근거하여 플로우 p의 최대 지연 송수신 시작 시점( $t_{start}^p$ )을 산출한다.
- [0037] 도 3은 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0038] 트래픽 제어 장치(120)는 단말기(110)의 기 설정된 일정 기간 동안의 Wi-Fi 네트워크의 접속 패턴 정보를 산출한다(S310).
- [0039] 단계 S310에서 트래픽 제어 장치(120)는 기 설정된 기간 동안 단말기(110)로부터 무선랜 전파 환경 정보를 수집한다. 트래픽 제어 장치(120)는 무선랜 전파 환경 정보에 포함된 단말기(110)가 Wi-Fi 네트워크(무선랜 기반 네트워크) 내에 접속 시간 정보에 근거하여 평균 접속 시간 정보를 산출한다. 트래픽 제어 장치(120)는 단말기(110)가 Wi-Fi 네트워크에 접속하는 횟수 정보에 근거하여 평균 접속 빈도 정보를 산출한다. 이후, 트래픽 제어 장치(120)는 평균 접속 시간 정보 및 평균 접속 빈도 정보를 포함하는 접속 패턴 정보를 산출한다.
- [0040] 트래픽 제어 장치(120)는 단말기(110)가 현재 접속한 셀룰러 네트워크의 혼잡도 정보를 산출한다(S320). 단계 S320에서 트래픽 제어 장치(120)는 단말기(110)로부터 셀룰러 전파 환경 신호를 수집한다. 트래픽 제어 장치(120)는 셀룰러 전파 환경 정보에 포함된 파라미터인 Rx, Tx, Ec/Io, RSSI, 전송률, 할당 단말기 수 중 적어도 하나 이상의 파라미터를 기 설정된 네트워크 상태 임계치와 비교하여 혼잡도 정보를 산출한다.
- [0041] 트래픽 제어 장치(120)는 혼잡도 정보를 기반으로 콘텐츠 별로 각각의 전송 지연 시간 정보를 산출한다. 이후 트래픽 제어 장치(120)는 전송 지연 시간 정보 각각에 근거하여 할인 금액 정보를 산출하며, 할인 금액 정보 각각을 해당 콘텐츠에 매칭하여 단말기(110)로 제공한다(S330). 단계 S330에서 트래픽 제어 장치(120)가 할인 금액 정보 각각을 해당 콘텐츠에 매칭하여 단말기(110)로 제공하는 구체적인 예시에 대해서는 도 4를 통해 설명하도록 한다.



- [0042] 트래픽 제어 장치(120)는 단말기(110)로부터 비실시간으로 콘텐츠 전송이 요청이 있는지의 여부를 확인한다(S340). 단계 S340에서 비실시간 콘텐츠 전송은 Wi-Fi 네트워크를 경유하여 지연 시간내의 전송을 의미하며, 실시간 콘텐츠 전송은 셀룰러 네트워크를 경유하여 즉시 콘텐츠를 전송하는 것을 의미한다.
- [0043] 단계 S340의 확인 결과, 단말기(110)로부터 비실시간 콘텐츠 전송 요청이 있는 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 단말기(110)의 Wi-Fi 네트워크의 진입 여부에 근거하여 해당 콘텐츠를 비실시간으로 단말기로 전송한다(S350). 단계 S350에 대한 구체적인 내용에 대해서는 도 5 및 도 6을 통해 설명하도록 한다. 한편, 단계 S340의 확인 결과, 단말기(110)로부터 실시간 콘텐츠 전송 요청이 있는 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 셀룰러 네트워크를 이용하여 해당 콘텐츠를 실시간으로 단말기(110)로 전송한다(S360). 단계 S360 이후에 트래픽 제어 장치(120)는 셀룰러 네트워크에 대한 혼잡도 정보를 업데이트한다.
- [0044] 도 3에서는 단계 S310 내지 단계 S360을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 다시 말해, 도 3에 기재된 단계를 변경하여 실행하거나 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 적용 가능할 것이므로, 도 3은 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다. 도 3에 기재된 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송 방법은 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다.
- [0045] 도 4는 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송 시 할인의 예시를 나타낸 도면이다.
- [0046] 도 4에 도시된 바와 같이, 콘텐츠를 '영화'로 가정하는 경우, '영화 콘텐츠'의 용량을 '약 1 GB'로 가정하고, 콘텐츠 가격을 '4000 원'이라 가정한다. 사용자는 '영화 콘텐츠'를 다운로드한 후 자신의 단말기에서 시청하고자 할 때 '4000 원'을 지불하고, 셀룰러 네트워크를 이용하여서 실시간 다운로드를 할 수 있다. 다시 말해, 실시간 다운로드의 경우 사용자는 콘텐츠 사업자에게 '4000 원'을 지불하고, 셀룰러 네트워크의 네트워크 사용료를 지불한다. 예를 들어, 셀룰러 네트워크 사용료가 '1 GB'당 '5000 원'으로 가정하면, 사용자가 영화 한 편을 보기 위해서 지불해야 하는 금액은 총 '9000 원'이다.
- [0047] 사용자가 '영화 콘텐츠'를 셀룰러 네트워크를 이용하여 실시간 다운로드 하지 않고 비실시간(데이터 지연 전송) 다운로드하는 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 콘텐츠 제공 장치(130)와 연동하여 지연 시간에 비례하여 유료 콘텐츠의 가격을 할인해 줄 수 있다. 예를 들면, 1 시간의 테드라인을 가지고 비실시간(데이터 지연 전송)으로 콘텐츠를 다운로드하는 경우, 정가(Fixed Price)에서 '500 원'을 할인해 줄 수 있다. 만약, '6 시간'의 테드라인을 가지고 비실시간(데이터 지연 전송)으로 콘텐츠를 다운로드하는 경우는 정가에서 '1000 원'을 할인해 줄 수 있다. '12 시간'의 테드라인을 가지고 비실시간(데이터 지연 전송)으로 콘텐츠를 다운로드하는 경우 정가에서 '2000 원'을 할인해 줄 수 있다.
- [0048] 할인 가격은 데이터 지연 전송을 이용하는 이동통신 사업자의 네트워크 혼잡도 정보 및 콘텐츠 제공자의 수익, 사용자가 Wi-Fi 네트워크를 만나는 패턴(평균 Wi-Fi 존 내에 존재하는 시간 정보 및 Wi-Fi 존에 진입하는 평균 빈도 정보 등등)에 따라서 결정되며 이러한 결과를 사용자가 콘텐츠를 다운로드 받으려는 시점에 알려주어 사용자가 데이터 지연 전송 기술을 이용할 수 있도록 한다.
- [0049] 도 5는 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송 시 데이터 전달 경로의 예시를 나타낸 도면이다.
- [0050] 할인 금액 결정 시 요소에 대해 설명하면 다음과 같다. 이하에서 설명할 할인 금액 결정은 트래픽 제어 장치(120)에서 단말기(110)와 콘텐츠 제공 장치(130)로부터 수집한 정보를 기반으로 이루어질 수 있다.
- [0051] 할인 금액은 사용자마다 다르게 설정될 수 있으며, 해당 사용자의 기 설정된 기간(예컨대, 과거 일주일간)의 Wi-Fi 네트워크 접속 패턴에 따라 지연 시간 내에 Wi-Fi 네트워크로 전달될 데이터 양을 예측한다. 이때, 수집하는 Wi-Fi 네트워크의 접속 패턴으로는 시간당 Wi-Fi 네트워크에 접속하는 빈도, Wi-Fi 네트워크와의 접속을 유지하는 시간 등이 있다. 또한, 할인 금액은 이동통신 사업자의 네트워크 운영비에 따라서 결정된다. 이동통신 사업자의 네트워크 운영비는 사업자마다 다르며, 시간에 따라서 발생하는 트래픽의 양이 달라지기 때문에, 시간에 따라서도 네트워크 운영비가 다르다.
- [0052] 이동통신 사업자의 셀룰러 네트워크에 트래픽이 혼잡한 상황인 경우, 데이터 지연 전송 서비스를 유도하기 위해서 콘텐츠 가격을 많이 할인(이동통신 사업자가 콘텐츠 사업자에게 가격을 보전)해주도록 하여 사용자의 반응을 유도하여 셀룰러 트래픽을 Wi-Fi 네트워크의 트래픽으로 전환할 수 있다.
- [0053] 한편, 이동통신 사업자의 셀룰러 네트워크에 트래픽이 양호한 경우에는 데이터 전송 지연 유도로 인한 이득이 없기 때문에 별도의 할인을 해주지 않는다. 할인 금액은 트래픽 제어 장치(120)에서 단말기(110)와 콘텐츠 제공 장치(130)로부터 수집한 정보를 기반으로 매번 결정되며, 사용자가 콘텐츠를 다운로드 받을 시에 결정하도록 한

다.

- [0054] 이동통신 사업자가 사용자에게 부여할 수 있는 '할인 쿠폰'이나 '포인트' 등은 감소된 셀룰러 네트워크의 관리 비용에서 충당한다. 네트워크 관리 비용은 셀룰러 트래픽의 상태가 혼잡할수록 비싸고, 양호할수록 저렴하다. 따라서 이동통신 사업자는 셀룰러 트래픽의 혼잡 제어를 위해서 한시적으로 할인을 제공하여 네트워크를 효율적으로 관리할 수 있다.
- [0055] 할인 금액은 도 5에 도시된 바와 같이, 이동통신 사업자가 동일한 콘텐츠를 셀룰러 네트워크를 이용하여서 전달(예컨대, 1 GB 전부를 셀룰러 네트워크로 전송)하는 경우와 데이터 지연 전송 기술을 이용하여 정해진 예약시간(데드라인) 내에 'Wi-Fi 네트워크 + 셀룰러 네트워크'를 나누어서 전달(예컨대, 약 0.2 GB 데이터만을 셀룰러 네트워크로 전송)하는 경우의 전달 비용을 고려하여 단말기의 사용자에게 금전적으로 보상해줄 수 있는 금액으로 산정한다.
- [0056] 또한, 이동통신 사업자는 콘텐츠 사업자와 합의하여 콘텐츠의 가격을 보전해주는 형식을 취할 수 있다. 이동통신 사업자는 다른 이동통신 사업자와의 경쟁 관계 또는 초기 투자 비용으로 인해 가격 정책을 변경하지 않으려 할 수 있으므로, 직접적으로 요금제를 변경하지 않고, 사용자들의 트래픽에 비실시간적인 요소를 추가할 수 있도록 콘텐츠 사업자와 경제적 협업을 하여 '쿠폰', '포인트' 형식으로 콘텐츠의 가격을 할인할 수 있도록 한다.
- [0057] 도 6는 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송에 이용되는 순차적 스케줄링 알고리즘을 나타낸 순서도이다.
- [0058] 도 6에서는 트래픽 제어 장치(120)에서 데이터 지연 전송을 이용하여 콘텐츠를 단말기(110)로 전송하는 경우 순차적 스케줄링 알고리즘을 구현하는 것으로 가정하여 설명한다. 또한, 도 6에 도시된 순차적 스케줄링은 매 타임 슬롯(Time Slot)마다 새롭게 동작할 수 있다.
- [0059] 또한, 도 6에 기재된 셀룰러 전송 시작 시점은 최대 지연 송수신 시작 시점과 동일한 의미이며, 도 6에서는 플로우를 전송하는 것으로만 기재하였으나 수신 역시 가능할 것이다.
- [0060] 플로우 스케줄 대상의 집합을 'I'라 칭한다. 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 스케줄 대상의 집합 I에서 데드라인이 가장 긴 플로우인 플로우 q를 추출하고, 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )(즉, 플로우 q의 최대 지연 송수신 시작 시점)을 산출한다(S610).
- [0061] 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 스케줄 대상의 집합 I에서 데드라인이 가장 긴 플로우를 추출(q)한다. 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 q만 전송하는 경우 데드라인( $t_d^q$ ) 내에 전송을 완료하면서 Wi-Fi를 가장 오래 기다릴 수 있도록 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 산출한다. 보다 구체적으로 설명하면, 최악의 경우 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 q를 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ ), 플로우 q의 데드라인( $t_d^q$ )동안 전송해야 한다. 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 q에 대한 스케줄이 완료되는 경우, 플로우 스케줄 대상의 집합 I에서 플로우 q를 제거한다. 이후, 플로우 q는 플로우 p로 설정된다. 따라서, 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )은 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )은 동일하게 설정된다.
- [0062] 단계 S610에서 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 q의 데드라인( $t_d^q$ ), 플로우 q의 남은 파일 사이즈( $s^q(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기(예컨대, 1)에 따라 예측된 셀룰러 기반 전송 속도( $r_{cell}(t_d^q, s^q(\tau), 1)$ ), 플로우 q의 데드라인( $t_d^q$ ), 플로우 q의 남은 파일 사이즈( $s^q(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기(예컨대, 1)에 따라 예측된 무선랜 기반 전송 속도( $r_{wifi}(t_d^q, s^q(\tau), 1)$ )에 근거하여 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 산출한다. 또한, 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 스케줄 대상의 집합(I)을 플로우 스케줄 대상의 집합(I)에서 플로우 q를 제거한 값으로 설정한다.
- [0063] 트래픽 제어 장치(120)는 전송한 단계 S610을 수행하기 위해 [수학식 1]을 이용한다.

수학식 1

$$\begin{aligned}
 q &= \operatorname{argmax}_{i \in I} t_d^i \\
 t_{\text{start}}^q &= l_{r_{\text{cell}}, r_{\text{wifi}}} (t_d^q, s^q(\tau), 1) \\
 I &= I - \{q\} \\
 p &= q, \quad t_{\text{start}}^p = t_{\text{start}}^q
 \end{aligned}$$

[0064]

[0065]

(q: 플로우 q,  $t_{\text{start}}^q$ : 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점,  $r_{\text{cell}}$ : 예측된 셀룰러 기반 전송 속도,  $r_{\text{wifi}}$ : 예측된 무선랜 기반 전송 속도,  $t_d^q$ : 플로우 q의 데드라인,  $s^q(\tau)$ : 플로우 q의 남은 파일 사이즈, I: 플로우 스케줄 대상의 집합, p: 플로우 p,  $t_{\text{start}}^p$ : 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점)

[0066]

트래픽 제어 장치(120)는 플로우 스케줄 대상의 집합 I의 크기(|I|)가 0을 초과하는지의 여부(|I| > 0)를 확인한다(S620). 단계 S620에서, 플로우 스케줄 대상의 집합 I의 크기가 0이되면, 트래픽 제어 장치(120)는 더 이상 스케줄 할 플로우가 사라지므로 이후 단계인 S670 내지 S692에서 현재 네트워크 상태( $\text{net}(\tau)$ )와 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^p$ )에 근거하여 어떤 플로우를 전송할지, 또는 플로우를 전송하지 않을지 결정한다. 만약, 플로우 스케줄 대상의 집합 I의 크기(|I|)가 0을 초과하는 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 아직 스케줄이 미완료된 것으로 판단하여, 이후 단계인 S630 내지 S660을 수행하여 나머지 플로우들에 대하여 언제 셀룰러 전송을 시작해야 할지를 산출한다.

[0067]

단계 S620의 확인 결과, 플로우 스케줄 대상의 집합 I의 크기가 0이 아닌 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 스케줄 대상의 집합 I에서 플로우 q 이후의 데드라인이 가장 긴 플로우인 플로우 p를 추출하는 추출한다(S630).

[0068]

트래픽 제어 장치(120)는 플로우 스케줄 대상의 집합 I에서 플로우 q 이후의 데드라인이 가장 긴 플로우를 추출(p)한다. 이후, 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 스케줄 대상의 집합 I을 I에서 플로우 p를 제거한 값과 동일한 값으로 설정한다. 다시 말해, 단계 S620의 확인 결과, 플로우 스케줄 대상의 집합(I)의 크기가 0을 초과하는 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 스케줄이 미완료된 것으로 판단하며, 플로우 스케줄 대상의 집합(I)을 플로우 스케줄 대상의 집합(I)에서 플로우 p를 제거한 값과 동일한 값으로 설정한다.

[0069]

트래픽 제어 장치(120)는 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )과 플로우 p 직전에서 스케줄된 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^q$ )을 비교한다(S640). 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )과 플로우 p 직전에서 스케줄된 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^q$ )을 비교하여 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )이 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^q$ )을 초과( $t_d^p > t_{\text{start}}^q$ )하는지의 여부를 확인한다.

[0070]

트래픽 제어 장치(120)는 단계 S640의 비교 결과에 근거하여 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^q$ )을 산출한다(S650). 단계 S650에서 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )이 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^q$ )을 초과( $t_d^p >$

$t_{start}^q$ )하는 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )이 플로우 q의 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )보다 늦기 때문에 플로우 q의 전송이 시작하기 전까지만 플로우 p를 전송할 수 있게 된다(그래야 플로우 p를 데드라인 내에 전송할 수 있으므로). 플로우 p의 전송은 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ ) 내에 완료되어야 하고, 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )을 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )에 맞추어 산출한다.

[0071]

다시 말해, 트래픽 제어 장치(120)는 S640의 확인 결과, 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )이 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 초과( $t_d^p > t_{start}^q$ )하는 경우, 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ ), 플로우 p의 남은 파일 사이즈( $s^p(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기(예컨대, 1)에 따라 예측된 셀룰러 기반 전송 속도( $r_{cell}(t_{start}^q, s^p(\tau), 1)$ ), 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ ), 플로우 p의 남은 파일 사이즈( $s^p(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기(예컨대, 1)에 따라 예측된 무선랜 기반 전송 속도( $r_{wifi}(t_{start}^q, s^p(\tau), 1)$ )에 근거하여 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )을 산출한다.

[0072]

트래픽 제어 장치(120)는 전송한 단계 S650을 수행하기 위해 [수학식 2]를 이용한다.

**수학식 2**

$$t_{start}^q = I_{r_{cell}, r_{wifi}}(t_{start}^q, s^q(\tau), 1)$$

$$t_{start}^q = t_{start}^p$$

[0073]

[0074]

( $t_{start}^q$ : 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점,  $r_{cell}$ : 예측된 셀룰러 기반 전송 속도,  $r_{wifi}$ : 예측된 무선랜 기반 전송 속도,  $s^q(\tau)$ : 플로우 q의 남은 파일 사이즈,  $t_{start}^p$ : 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점)

[0075]

트래픽 제어 장치(120)는 단계 S640의 비교 결과에 근거하여 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 산출한다(S660). 단계 S660에서 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )이 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ ) 이하( $t_d^p \leq t_{start}^q$ )인 경우, 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )이 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )보다 빠르기 때문에 플로우 p 및 플로우 q가 서로 영향을 미치지 않으므로, 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )을 단계 S610과 같은 방식으로 산출할 수 있다.

[0076]

다시 말해, 단계 S640의 확인 결과, 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )이 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ ) 이하( $t_d^p \leq t_{start}^q$ )인 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ ), 플로우 p의 남은 파일 사이즈( $s^p(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기(예컨대, 1)에 따라 예측된 셀룰러 기반 전송 속도( $r_{cell}(t_d^p, s^p(\tau), 1)$ ),

1)), 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ ), 플로우 p의 남은 파일 사이즈( $s^p(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기(예컨대, 1)에 따라 예측된 무선랜 기반 전송 속도( $r_{wifi}(t_d^p, s^p(\tau), 1)$ )에 근거하여 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )을 산출한다.

[0077] 트래픽 제어 장치(120)는 전술한 단계 S660을 수행하기 위해 [수학식 3]을 이용한다.

**수학식 3**

$$t_{start}^q = l_{r_{cell}, r_{wifi}}(t_d^q, s^q(\tau), 1)$$

$$t_{start}^q = t_{start}^p$$

[0078]

[0079] ( $t_{start}^q$ : 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점,  $r_{cell}$ : 예측된 셀룰러 기반 전송 속도,  $r_{wifi}$ : 예측된 무선랜 기반 전송 속도,  $t_d^q$ : 플로우 q의 데드라인,  $s^q(\tau)$ : 플로우 q의 남은 파일 사이즈,  $t_{start}^p$ : 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점)

[0080] 단계 S620의 확인 결과, 플로우 스케줄 대상의 집합(1)의 크기가 0인 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 현재 네트워크 상태( $net(\tau)$ )를 확인한다(S670).

[0081] 트래픽 제어 장치(120)는 현재 네트워크 상태( $net(\tau)$ )가 Wi-Fi인지의 여부(셀룰러 네트워크 또는 Wi-Fi)를 확인한다. 이후, 트래픽 제어 장치(120)는 단계 S670에서 확인한 네트워크 상태( $net(\tau)$ )에 근거하여 플로우 p의 전송 여부를 결정한다.

[0082] 단계 S670의 확인 결과, 현재 네트워크 상태( $net(\tau)$ )가 Wi-Fi가 아닌 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 마지막으로 스케줄 된 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )이 현재시점( $\tau$ )을 초과( $t_{start}^p > \tau$ )하는지의 여부를 확인한다(S680).

[0083] 트래픽 제어 장치(120)는 현재 네트워크 상태( $net(\tau)$ )가 셀룰러 네트워크인 경우, 마지막으로 스케줄 된 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )이 현재시점( $\tau$ )을 초과( $t_{start}^p > \tau$ )하는지의 여부를 확인한다. 다시 말해, 트래픽 제어 장치(120)는 마지막으로 스케줄 된 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )이 현재시점( $\tau$ )보다 느린지 확인한다.

[0084] 단계 S680의 확인 결과, 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )이 현재시점( $\tau$ )을 초과( $t_{start}^p > \tau$ )하는 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 p를 전송하지 않고 대기한다(S690). 트래픽 제어 장치(120)는 마지막으로 스케줄 된 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )이 현재시점( $\tau$ )을 초과( $t_{start}^p > \tau$ )하는 경우, 아무런 플로우도 전송하지 않는다. 다시 말해, 트래픽 제어 장치(120)는 마지막으로 스케줄 된 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )이 현재시점보다 느린 경우, 아직 Wi-Fi를 기다릴 여유가 있는 것으로 판단하여 아무런 플로우도 전송하지 않는다.

- [0085] 단계 S670의 확인 결과, 현재 네트워크 상태( $net(\tau)$ )가 Wi-Fi이거나, 단계 S680의 확인 결과, 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )이 현재시점( $\tau$ ) 이하( $t_{start}^p \leq \tau$ )인 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 p의 전송을 시작한다(S692). 트래픽 제어 장치(120)는 현재 네트워크 상태( $net(\tau)$ )가 Wi-Fi이거나, 셀룰러 네트워크(기지국 기반 네트워크)에 연결되어 있지만 마지막으로 스케줄 된 플로우 p의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^p$ )이 현재시점보다 빠른 경우 플로우 p의 전송을 시작한다.
- [0086] 도 6에서는 단계 S610 내지 단계 S692를 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 다시 말해, 도 6에 기재된 단계를 변경하여 실행하거나 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 적용 가능할 것이므로, 도 6은 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.
- [0087] 전송한 바와 같이 도 6에 기재된 본 실시예에 따른 순차적 스케줄링 알고리즘은 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 본 실시예에 따른 순차적 스케줄링 알고리즘을 구현하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.
- [0088] 도 7은 본 실시예에 따른 데이터 지연 전송에 이용되는 병렬적 스케줄링 알고리즘을 나타낸 순서도이다.
- [0089] 도 7에서는 트래픽 제어 장치(120)에서 데이터 지연 전송을 이용하여 콘텐츠를 단말기(110)로 전송하는 경우 병렬적 스케줄링 알고리즘을 구현하는 것으로 가정하여 설명한다. 또한, 도 7에 기재된 셀룰러 전송 시작 시점은 최대 지연 송수신 시작 시점과 동일한 의미이며, 도 7에서는 플로우를 전송하는 것으로만 기재하였으나 수신 역시 가능할 것이다.
- [0090] 도 7에서는 트래픽 제어 장치(120)가 순차적 스케줄링 알고리즘을 구현하는 것으로 가정하여 설명한다. 또한, 도 7에 도시된 병렬적 스케줄링은 매 타임 슬롯마다 새롭게 동작할 수 있다.
- [0091] 플로우 스케줄 대상의 집합을 'I'라 칭하고, 플로우 스케줄 대상 중 전송 대상 집합을 'J'라 칭한다. 이때, J는 공집합( $\emptyset$ )이다. 공집합 어떤 조건을 만족시키는 대상이 존재하지 않는 집합을 말한다. 또한, 플로우 스케줄 대상 중 전송 대기 집합을 'W'라 칭한다.
- [0092] 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 스케줄 대상의 집합 I에서 데드라인이 가장 긴 플로우인 플로우 p를 추출하고, 플로우 p를 전송 대상 집합(J)에 합집합(U)으로 설정한다(S710).
- [0093] 최초에는 플로우 스케줄 대상의 집합 'I'와 전송 대기 집합 'W'가 동일하므로, 전송 대기 집합 'W'에서 데드라인이 가장 긴 플로우를 추출(p)하고, 전송 대기 집합 'W'에서 플로우 p를 제거한다. 전송 대상 집합 'J'는 J와 플로우 p의 합집합(U)으로 설정된다. 스케줄 뷰잉 시점(T)은 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )과 동일하게 설정된다.
- [0094] 단계 S710에서 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 스케줄 대상의 집합 I를 전송 대기 집합 W와 동일한 값으로 설정( $W = I$ )한다. 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대기 집합 W를 전송 대기 집합(W)에서 플로우 p를 제거한 값과 동일한 값을 가지도록 설정( $W = W - \{p\}$ )한다. 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J를 J와 플로우 p의 합집합(U)으로 설정( $J = J \cup \{p\}$ )된다. 이때, 스케줄 뷰잉 시점(T)은 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )과 동일하게 설정( $T = t_d^p$ )된다.
- [0095] 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J의 크기가 0을 초과( $|J| > 0$ )하는지의 여부를 확인한다(S712). 다시 말해, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J가 비었는지 확인하는 것이다. 전송 대상 집합 J가 다 비워지면 전송 대기 집합 W도 다 비워진 상태이며, 더 이상 스케줄 할 플로우가 남지 않는 것이다.
- [0096] 단계 S712의 확인 결과, 전송 대상 집합(J)의 크기가 0이 아닌 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합(J)에서 남은 파일 사이즈가 가장 작은 플로우인 플로우 q를 추출한다(S714). 다시 말해, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J의 크기가 0을 초과( $|J| > 0$ )하는 경우, 전송 대상 집합 J에서 남은 파일 사이즈가 가장 작은 플로우(q)를 추출( $q = \operatorname{argmin}_{j \in J} s^j(\tau)$ )한다.
- [0097] 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대기 집합을 'W'의 크기가 0을 초과( $|W| > 0$ )하는지의 여부를 확인한다(S716). 다시 말해, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대기 집합 W가 비었는지 확인하는 것이다.

- [0098] 단계 S716의 확인 결과, 전송 대기 집합(W)의 크기가 0이 아닌 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대기 집합(W)에서 데드라인이 가장 긴 플로우인 플로우 p를 추출한다(S718). 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대기 집합을 'W'의 크기가 0을 초과(|W| > 0)하는 경우, 전송 대기 집합 W에서 데드라인이 가장 긴 플로우(p)를 추출( $p = \operatorname{argmax}_{w \in W} t_d^w$ )한다. 다시 말해, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대기 집합 W이 비워있지 않으면, 그 중에 데드라인이 가장 긴 플로우(p)를 추출하는 것이다.
- [0099] 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J를 전송하는 경우 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점(즉, 플로우 q의 최대 지연 송수신 시작 시점)( $l_{(r_{cell}, r_{wifi})}(T, s^q(\tau), |J|)$ )이 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ ) 미만( $l_{(r_{cell}, r_{wifi})}(T, s^q(\tau), |J|) < t_d^p$ )인지의 여부를 확인한다(S720). 다시 말해, 전송 대상 집합 J를 전송하는 경우 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점  $l_{(r_{cell}, r_{wifi})}(T, s^q(\tau), |J|)$ 이 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )보다 작은 경우 단계 S722를 수행하거나 아니면 단계 S724 내지 S730을 수행한다. 이때, 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우들을 동시에 전송하기 때문에, 대역폭(Bandwidth)을 공유하면서 전송하게 되며, 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 중 가장 작은 사이즈를 갖는 플로우가 가장 먼저 끝나게 된다. 이때, 끝나는 시간이 S720 상에서의 'l'이다.
- [0100] 단계 S720의 확인 결과, 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $l_{(r_{cell}, r_{wifi})}(T, s^q(\tau), |J|)$ )이 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ ) 미만( $l_{(r_{cell}, r_{wifi})}(T, s^q(\tau), |J|) < t_d^p$ )인 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우인 플로우 j 중 가장 작은 파일 사이즈를 갖는 플로우가 완료되기 전에 새로운 플로우가 추가된 것으로 판단하며, 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j에 대한 남은 파일 사이즈( $S^j(\tau)$ )를 산출한다(S722).
- [0101] 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $l_{(r_{cell}, r_{wifi})}(T, s^q(\tau), |J|)$ )이 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ ) 미만인 경우, 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우들 중 가장 작은 파일 사이즈를 갖는 플로우가 완료되기 전에 새로운 플로우가 추가된 것으로 판단하며, 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우(플로우 j)에 대한 남은 파일 사이즈( $S^j(\tau)$ )를 확인한다. 이때, 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )을 이용한다.
- [0102] 이때, 전송 대상 집합 J에 남아 있는 플로우 중 임의의 플로우( $\forall j$ )는 전송 대상 집합 J의 원소이다. 또한, 전송 대기 집합 W은 W에서 플로우 p를 제거한 값과 동일한 값으로 설정된다. 전송 대상 집합 J는 J와 플로우 p의 합집합(U)으로 설정된다. 스케줄 뷰잉 시점(T)은 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )과 동일하게 설정된다.
- [0103] 단계 S722에서 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ ), 모든 시간(t)에 따라 예측된 셀룰러 기반 전송 속도( $r_{cell}(t)$ ), 모든 시간(t)에 따라 예측된 무선랜 기반 전송 속도( $r_{wifi}(t)$ )에 근거하여 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j에 대한 남은 파일 사이즈( $S^j(\tau)$ )를 산출한다.
- [0104] 트래픽 제어 장치(120)는 전송한 단계 S722를 수행하기 위해 [수학식 4]를 이용한다.

**수학식 4**

$$S^j(\tau) = S^j(\tau) - \frac{1}{|J|} \int_{t_d^p}^T \min(r_{cell}(t), r_{wifi}(t)) dt, \forall j \in J$$

$$W = W - \{p\}, J = J \cup \{p\}, T = t_d^p$$

[0105]

[0106] ( $S^j(\tau)$ ): 플로우 j의 남은 파일 사이즈,  $t_d^p$ : 플로우 p의 데드라인,  $r_{cell}$ : 예측된 셀룰러 기반 전송 속도,  $r_{wifi}$ :

예측된 무선랜 기반 전송 속도, W: 전송 대기 집합, J: 전송 대상 집합, p: 플로우 p)

[0107] [수학식 4]는 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j 중 가장 작은 파일 크기를 갖는 플로우가 완료되기 전에 새로운 플로우가 추가된 것으로 판단되었기 때문에 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )부터 스케줄 뷰잉 시점(T)까지는 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j만 전송이 될 것이므로 다음 스케줄 시점인 스케줄 뷰잉 시점(T)을 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )으로 설정하기 위해 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j의 각각 남은 파일 크기를 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )부터 스케줄 뷰잉 시점(T)까지 전송한만큼 차감하는 과정을 의미한다.

[0108] 단계 S720의 확인 결과, 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $l_{r_{cell}, r_{wifi}}(T, s^q(\tau), |J|)$ )이 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ ) 이상인 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j 중 가장 작은 크기를 갖는 플로우가 완료된 것으로 판단하며, 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 산출하고, 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j에 대한 남은 파일 크기( $S^j(\tau)$ )를 산출한다(S724).

[0109] 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $l_{r_{cell}, r_{wifi}}(T, s^q(\tau), |J|)$ )이 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ ) 이상인 경우, 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 중 가장 작은 크기를 갖는 플로우가 완료된 것으로 판단하며, 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 산출하고, 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우(플로우 j)에 대한 남은 파일 크기( $S^j(\tau)$ )를 확인한다. 이때, 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )을 이용한다. 이때, 전송 대상 집합 J에 남아 있는 플로우 중 임의의 플로우( $\forall j$ )는 전송 대상 집합 J의 원소이다. 전송 대상 집합 J는 J에서 플로우 q를 제거한 값과 동일한 값으로 설정된다.

[0110] 단계 S724에서 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ ), 모든 시간(t)에 따라 예측된 셀룰러 기반 전송 속도( $r_{cell}(t)$ ), 모든 시간(t)에 따라 예측된 무선랜 기반 전송 속도( $r_{wifi}(t)$ )에 근거하여 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j에 대한 남은 파일 크기( $S^j(\tau)$ )를 산출한다.

[0111] 트래픽 제어 장치(120)는 전송한 단계 S724를 수행하기 위해 [수학식 5]를 이용한다.

**수학식 5**

$$t_{start}^q = l_{r_{cell}, r_{wifi}}(T, s^q(\tau), |J|)$$

$$S^j(\tau) = S^j(\tau) - \frac{1}{|j|} \int_{t_{start}^q}^T \min(r_{cell}(t), r_{wifi}(t)) dt,$$

$$\forall j \in J, J = J - \{q\}$$

[0112]

[0113] ( $t_{start}^q$ : 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점,  $r_{cell}$ : 예측된 셀룰러 기반 전송 속도,  $r_{wifi}$ : 예측된 무선랜 기반 전송 속도,  $s^q(\tau)$ : 플로우 q의 남은 파일 크기, J: 전송 대상 집합,  $s^j(\tau)$ : 플로우 j의 남은 파일 크기, J: 전송 대상 집합, q: 플로우 q)

[0114] [수학식 5]는 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )부터 스케줄 뷰잉 시점(T)까지는 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j만 전송이 될 것이므로 다음 스케줄 시점인 스케줄 뷰잉 시점(T)을 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )으로 설정하기 위해 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j의 각각 남은 파일 크기를 플로우 q의 셀



룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )부터 스케줄 뷰잉 시점(T)까지 전송한만큼 차감하는 과정을 의미한다.

- [0115] 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합(J)의 크기가 0을 초과( $|J| > 0$ )하는지의 여부를 확인한다(S726). 다시 말해, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J가 비었는지 확인하는 것이다.
- [0116] 단계 S726의 확인 결과, 전송 대상 집합(J)의 크기가 0 이하( $|J| \leq 0$ )인 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 스케줄 뷰잉 시점(T)은 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )과 동일하게 설정한다(S728). 전송 대상 집합 J의 크기가 0 이하( $|J| \leq 0$ )하는 경우, 스케줄 뷰잉 시점(T)은 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )과 동일하게 설정된다. 다시 말해, 전송 대상 집합 J가 비어있지 않은 경우, 스케줄 뷰잉 시점(T)은 플로우 p의 데드라인( $t_d^p$ )과 동일하게 설정된다.
- [0117] 단계 S730의 확인 결과, 전송 대상 집합(J)의 크기가 0을 초과( $|J| > 0$ )하는 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 스케줄 뷰잉 시점(T)을 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )과 동일하게 설정한다(S730). 단계 S730에서 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J의 크기가 0을 초과( $|J| > 0$ )하는 경우, 스케줄 뷰잉 시점(T)는 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )과 동일하게 설정된다. 다시 말해, 전송 대상 집합 J가 빈 경우(0 이하인 경우), 스케줄 뷰잉 시점(T)은 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )과 동일하게 설정된다.
- [0118] 단계 S720 내지 S730에 대해 예들 들어 설명하면, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 3개 중 1개가 완료되어 2개로 바뀌는 경우에는 S720 → S724 → S726 → S730의 순서로 동작하게 되는 것이다. 또한, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 1개 중 1개가 완료되어 0으로 바뀌는 경우 S720 → S724 → S726 → S728의 순서로 동작하게 되는 것이다. 한편, 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 x(x: 자연수)개 중 1개 완료되어 x-1개로 바뀌기 전에 새로운 플로우가 추가 되는 경우 S720 → S722의 순서로 동작하게 되는 것이다.
- [0119] 한편, 단계 S716의 확인 결과, 전송 대기 집합 W의 크기가 0 이하인 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J에 남아 있는 플로우(플로우 j)가 1개( $|J|=1$ ) 또는 동일한 파일 크기를 갖는지( $s^j(\tau)_{same} \forall j \in J$ )의 여부를 확인한다(S732). 다시 말해, 전송 대기 집합 W가 비워있는 경우, 전송 대상 집합 J에 대해서만 스케줄을 완료하기 위해 S732 내지 S736를 수행하게 된다.
- [0120] 단계 S732의 확인 결과, 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j가 1개( $|J|=1$ ) 또는 동일한 파일 크기를 갖는( $s^j(\tau)_{same} \forall j \in J$ ) 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우(플로우 j)의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^j$ )을 산출한다(S734). 이때, 전송 대상 집합 J에 남아 있는 플로우 중 임의의 플로우( $\forall j$ )는 전송 대상 집합 J의 원소이다.
- [0121] 스케줄 뷰잉 시점(T)은 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^q$ )으로 설정된다. 여기서, 전송 대상 집합 J는 공집합( $\emptyset$ )이다. 전송 대상 집합 J는 J'과 동일하게 설정된다. J'은 전송 대기 집합 W와 전송 대상 집합 J가 다 비워지고(모든 플로우의 스케줄이 완료 된 후) 최종적으로 가장 먼저 전송되어야 하는 플로우의 집합을 의미한다.
- [0122] 단계 S734에서 트래픽 제어 장치(120)는 스케줄 뷰잉 시점(T), 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j의 남은 파일 크기( $s^j(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기( $|J|$ )에 따라 예측된 셀룰러 기반 전송 속도( $r_{cell}(T, s^j(\tau), |J|)$ ), 스케줄 뷰잉 시점(T), 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j의 남은 파일 크기( $s^j(\tau)$ ), 전송 대상 집합의 크기( $|J|$ )에 따라 예측된 무선랜 기반 전송 속도( $r_{wifi}(T, s^j(\tau), |J|)$ )에 근거하여 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{start}^j$ )을 산출한다.
- [0123] 트래픽 제어 장치(120)는 전송한 단계 S734를 수행하기 위해 [수학식 6]을 이용한다.

수학식 6

$$t_{\text{start}}^q = I_{r_{\text{cell}}, r_{\text{wifi}}} (T, s^j(\tau), |J|),$$

$$\forall j \in J$$

$$T = t_{\text{start}}^q, J' = J, J = \emptyset$$

[0124]

[0125]

( $t_{\text{start}}^q$ : 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점,  $s^j(\tau)$ : 플로우 j의 남은 파일 사이즈,  $r_{\text{cell}}$ : 예측된 셀룰러 기반 전송 속도,  $r_{\text{wifi}}$ : 예측된 무선랜 기반 전송 속도, J: 전송 대상 집합)

[0126]

단계 S732의 확인 결과, 전송 대상 집합(J)에 남아 있는 플로우가 1개(|J| = 1)가 아니거나 동일한 파일 사이즈를 갖고( $s^j(\tau)_{\text{same}} \forall j \in J$ )있지 않은 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 전송 대상 집합 J에 남아 있는 복수의 플로우 또는 각기 다른 파일 사이즈에 대한 각각의 처리 과정을 거친다(S736).

[0127]

전송 대상 집합 J에 남아 있는 플로우가 1개(|J| = 1)가 아니거나 동일한 파일 사이즈를 갖고( $s^j(\tau)_{\text{same}} \forall j \in J$ )있지 않은 경우, 트래픽 제어 장치(120)는 먼저, 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^q$ )을 산출하고, 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우(플로우 j)에 대한 남은 파일 사이즈( $s^j(\tau)$ )를 확인한다. 이때, 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^q$ )을 이용한다.

[0128]

이때, 전송 대상 집합 J에 남아 있는 플로우 중 임의의 플로우( $\forall j$ )는 전송 대상 집합 J의 원소이다. 스케줄 뷰잉 시점(T)은 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^q$ )으로 설정된다. 전송 대상 집합 J는 J에서 플로우 q를 제거한 값과 동일한 값으로 설정된다.

[0129]

단계 S736에서 트래픽 제어 장치(120)는 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^q$ ), 모든 시간(t)에 따라 예측된 셀룰러 기반 전송 속도( $r_{\text{cell}}(t)$ ), 모든 시간(t)에 따라 예측된 무선랜 기반 전송 속도( $r_{\text{wifi}}(t)$ )에 근거하여 전송 대상 집합 J에 포함된 플로우 j의 셀룰러 전송 시작 시점( $t_{\text{start}}^j$ )을 산출한다.

[0130]

트래픽 제어 장치(120)는 전술한 단계 S736을 수행하기 위해 [수학식 7]을 이용한다.

수학식 7

$$t_{\text{start}}^q = I_{r_{\text{cell}}, r_{\text{wifi}}} (T, s^q(\tau), |J|)$$

$$s^j(\tau) = s^j(\tau) - \frac{1}{|J|} \int_{t_{\text{start}}^q}^T \min(r_{\text{cell}}(t), r_{\text{wifi}}(t)) dt, \forall j \in J$$

$$T = t_{\text{start}}^q, J = J - \{q\}$$

[0131]

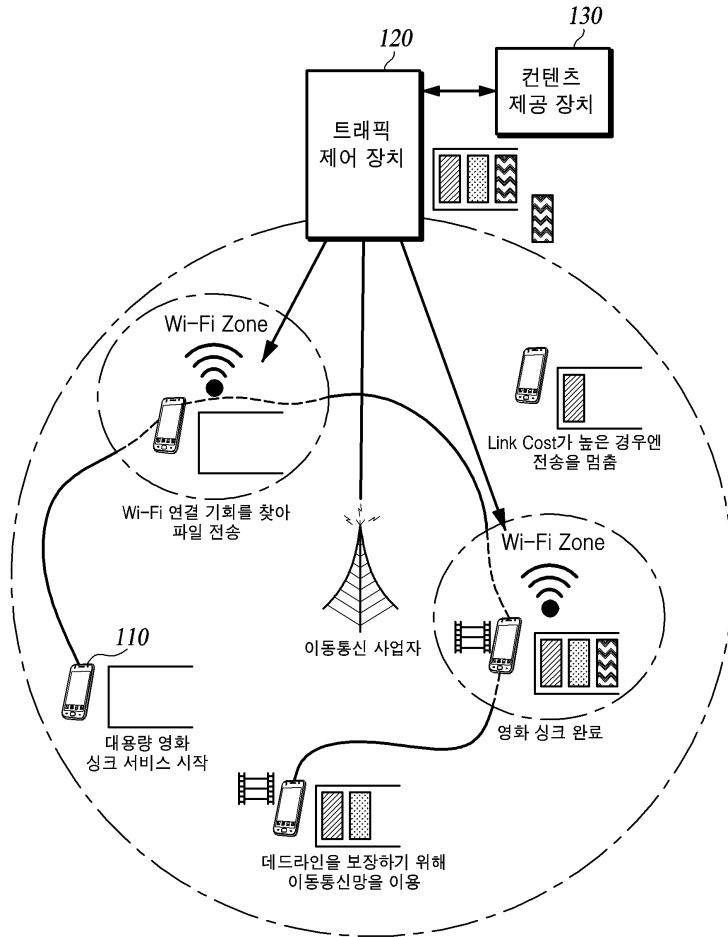
[0132]

( $t_{\text{start}}^q$ : 플로우 q의 셀룰러 전송 시작 시점,  $r_{\text{cell}}$ : 예측된 셀룰러 기반 전송 속도,  $r_{\text{wifi}}$ : 예측된 무선랜 기반 전



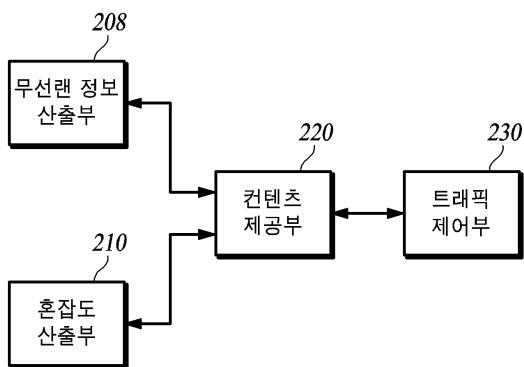
도면

도면1

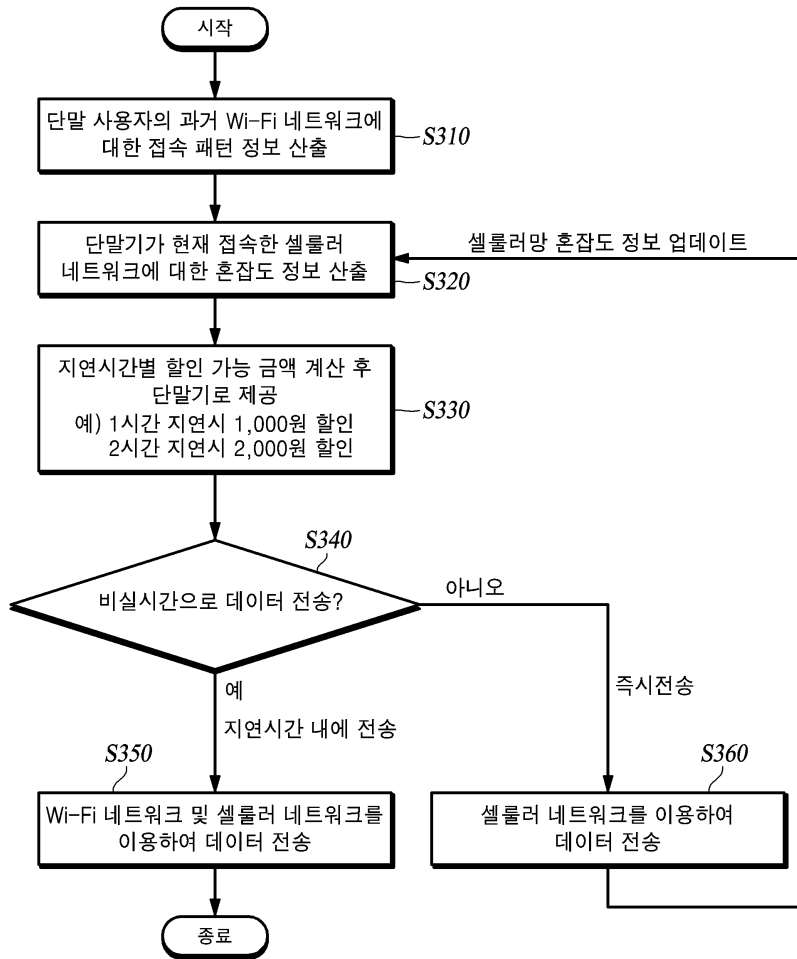


도면2

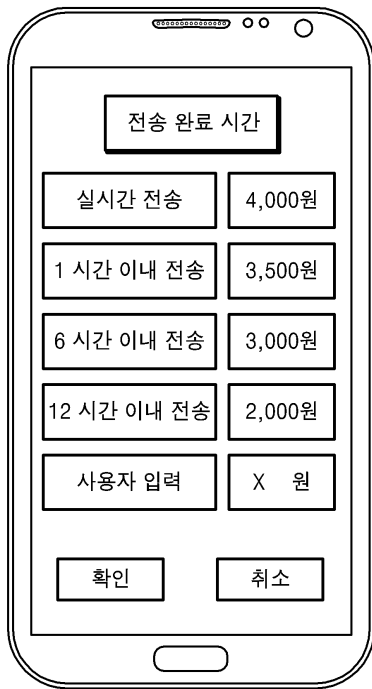
120



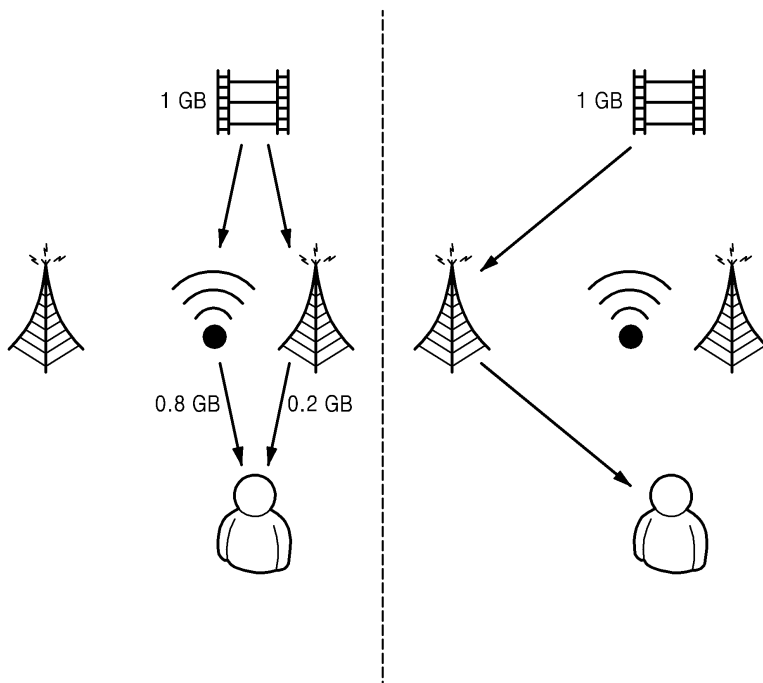
도면3



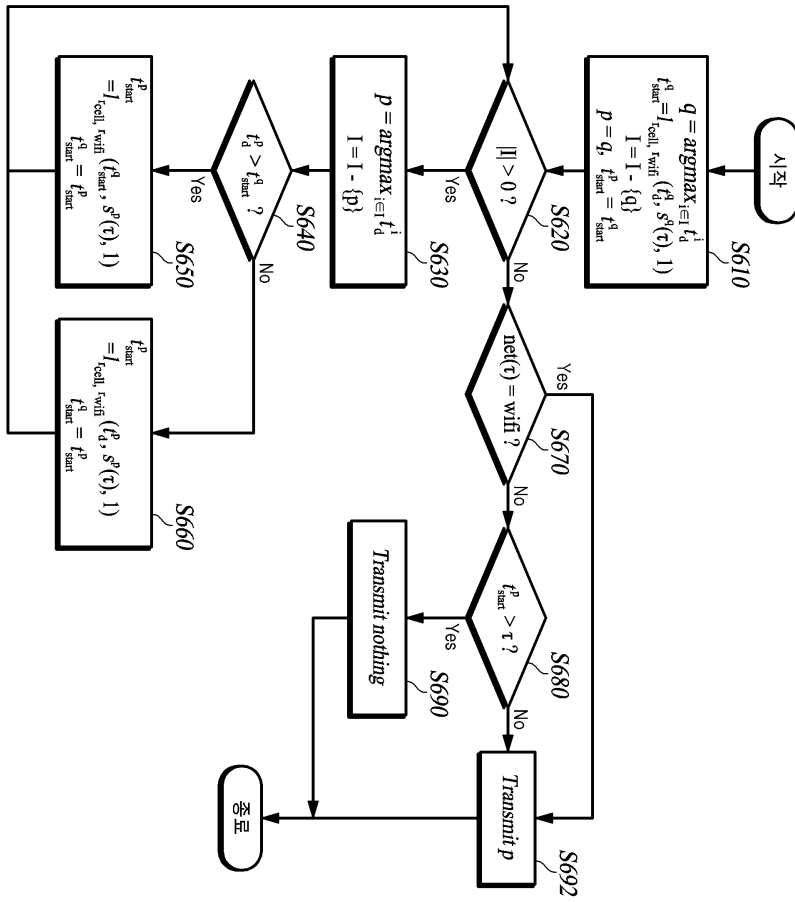
도면4



도면5



도면6



도면7

