LTE-Advanced 망을 위한 멀티미디어 전송 방법

이기성*, 이종찬**, 박상준**
*호원대학교 컴퓨터・게임학부
**군산대학교 컴퓨터정보공학과
e-mail:ygslee@howon.ac.kr

Multimedia Transmission Method for LTE-Advanced Networks

Gi-Sung Lee*, Jong-Chan Lee**, Sang-Joon Park**
Div. of Computer and Game, Howon University*
Dept. of Computer Information Eng., Kunsan National University**

요 약

본 논문에서는 다양한 고속 멀티미디어 서비스를 수용할 LTE-Advanced 망의 핸드오버 상황에서 일정한 수준의 QoS 보장을 보장하기 위하여 사용자의 이동성과 관련된 자원 할당은 수락 제어, 부하 제어 의 상태를 고려한 멀티미디어 전송 방법을 제안하였다. 멀티미디어 트래픽의 전송 중에 핸드오버가 발생한다면, 멀티미디어 트래픽의 QoS가 지연 및 손실에 의하여 영향 받기 때문에 정지 상태와 동일한 QoS를 유지하기 위하여 효율적인 자원 예약 및 할당 방안이 필요하다.

1. 서론

차세대 이동통신시스템인 LTE-Advanced 망은 초고속의 다양한 이동 멀티미디어 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 이와 같은 초고속의 서비스를 요구하는 다수의 사용자를 수용하려면 셀의 크기를 더욱 더 줄여서 무선 자원의 재사용성 즉 주파수 이용의 효율성을 증대시켜야 한다. 이런 환경에서 야기되는 문제점은 이동 단말기(Mobile Terminal; 이하 MT)의 고속 이동성으로 인해 핸드오버가 보다 빈번하게 발생하게 되어 망의 부하가 커지고, 보다 빠른 핸드오버 처리가 필수적으로 요구된다는 것이다[1-2].

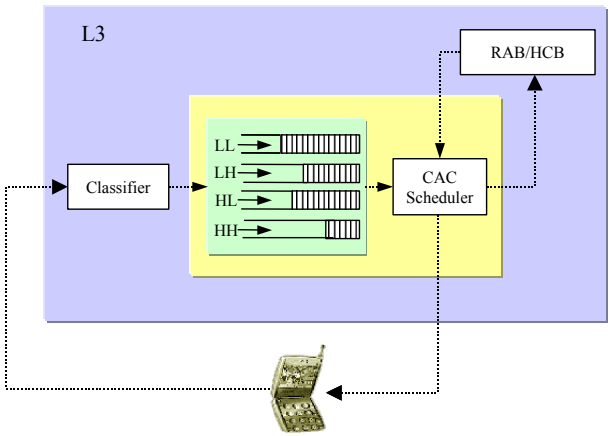
특히, 초고속의 멀티미디어 서비스는 매우 짧은 시간의 통화 중단으로 인한 패킷의 손실과 전달 지연에 의해서도 사용자 정보에 치명적인 영향을 받을 수 있기 때문에 MT의 셀 간 이동에 의한 핸드오버 처리 시에 사용자가 원하는 QoS 를 만족시킬 수 있는 방안이 필요하다[3-4]. 이를 위하여, TE/H-BS/H-AN/IP-CN에 위치하는 계층 별 자원 관리 블록 간의 연계성을 갖는 자원 관리 망을 구축하고 시스템 운영자의 자원 운영 정책에 따라 망의 상태에 따라 자원을 관리함으로서 사용자 및 운영자가 원하는 목표 품질을 보장하고, 계획된 유효 서비스 영역을 유지하고, 높은 시스템 용량을 제공할 수 있다.

MT의 이동으로 인해 발생하는 핸드오버를 통하여 MT는 다양한 형태의 채널/부하 환경을 가진다. 낮은 부하를 가진 셀로부터 높은 부하를 가진 셀 영역으로 이동할 경우에도 자원 할당 알고리즘에서는 MT가 요구하는 QoS를 보장할 수 있어야 한다[5]. 또한, 멀티미디어 서비스를 위해서는 기존의 셀 보다 더 작은 반경을 가진 셀이 요구되며 이러한 환경에서는 보다 많은 핸드오버가 발생할 것임을 쉽게 예측할 수 있다. 이러한 빈번한 핸드오버 상황에서의 단말은 핸드오버를 하지 않은 상황에서와 같은 일정한 수준의 QoS 보장을 요구하기 때문에 이러한 점이 각 셀의 자원 할당 알고리즘에서 보장할 수 있어야 한다. 또한 사용자의 이동성과 관련된 자원 할당은 수락 제어, 부하 제어도 밀접한 관련성이 있기 때문에 이들과 연관된 전송 방법을 고려해야 한다.

2. 수락 제어 방법

자원을 효율적으로 관리하기 위하여 서비스 형태에 따라 상이한 관리 방법을 사용한다. LL 클래스(Low Delay, Low Loss Class) 서비스는 호 설정

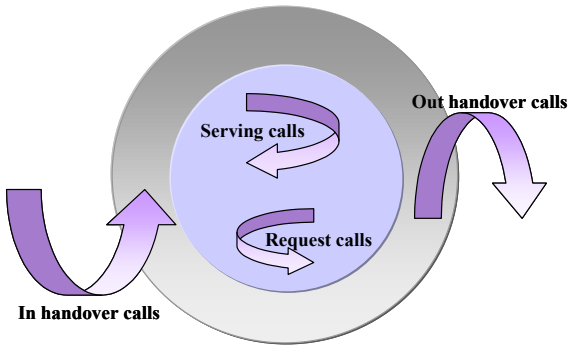
시 할당된 일정량의 코드를 전 서비스 시간에 걸쳐서 변화 없이 사용한다. 그러나 LH 클래스 (Low Delay, High Loss Class) 서비스의 경우는, 최소 전송률과 최대 전송률을 동시에 지정함으로 망의 전송 상태에 대한 BS의 정보에 따라 단말기는 최소 전송률과 최대 전송률 사이에서 전송률을 조정할 수 있다. HH 클래스 (High Delay, High Loss Class) 서비스는 완화된 지연과 지터를 갖는 트래픽이므로 사용자가 대역폭을 지정하지 않고 BS가 망의 상태에 따라 자율적으로 조정한다. [그림 1]에 이를 보인다.



[그림 1] BS의 서비스 큐의 구조

빈번한 핸드오버 상황에서 무선 인터페이스 부하가 지나치게 증가하도록 허용한다면, 셀의 영역이 계획된 값 이하로 줄어들게 되며 현재 연결되어 있는 서비스의 질을 보장할 수 없다. 따라서 셀 반경 감소로 인한 MT의 이동성을 효율적으로 지원하기 위하여 해당 셀로 핸드오버를 요구하는 핸드오버 호들과 인접 셀로 핸드오버를 요구하는 셀들의 부하량을 결정 파라미터로 적용함으로서 빈번한 핸드오버 상황에서의 일정한 수준의 QoS 보장할 수 있다. 즉 현재 망의 자원 사용량과 단말의 이동에 따른 자원 사용량에 따라 신규 호를 수락함으로서 망에 항상 적정한 부하가 가해지도록 하고, 과도한 부하가 발생하는 것을 막는다. [그림 2]는 수락 제어의 기본 모델을 보인다.

수락의 기본 방침은 모든 호에 최소 전송률을 보장할 수 있을 정도의 서비스 요구를 수락하는 것이다. 즉 최소 전송률 값은 핸드오버를 포함한 어떠한 경우에도 보장해 주어야 하는 값이다. 즉 제안된 연결 수락 알고리즘에서는 신규 요구가 수락되었을 경우 기존의 클래스 트래픽의 지연에 영향을 주지 않아야 한다는 것이며 자신 또한 지연 한계가 보장될 경우에만 수락된다.



[그림 2] 수락 제어 모델

각 연결은 아래와 같은 파라미터를 가지고 수락을 요청한다: (RC_i , RT_i, SC_i, IH_i, OH_i). 이 때, 식 1과 같은 조건이 만족될 경우 이 요구는 수락된다. 여기서 i는 클래스 번호를 의미한다. 우선 무선 접속 망의 무선 접속 베어러의 설정이 무선 망에 미칠 부하의 증가를 측정한다. 이런 측정은 상향 링크와 하향 링크가 구별되게 수행되며, 요청된 베어러는 상-하향 링크의 수락 제어가 허용을 하는 경우에만 수락된다.

$$N_{ij} \le RC_i \qquad (1)$$

여기서 N_{ij}은 신규 요구의 최소 전송률 (Min Rate for New request), RC_i는 잉여 자원(Available Resource)이다. 파라미터 RC_i는 다음과 같이 산출된다. 여기서 수락은 클래스 별로 수행되며 아래의 각 파라미터의 단위는 클래스별로 정의되는 값이다. RT_i는 부하 제어에 의하여 주기적으로 변하는 값을 갖는다.

여기서, RT_i는 임의의 클래스 C에 할당된 자원의 양이고, $\sum_{j \in C} SC_{ij}$ 는 임의의 클래스 C에 속한 현재 서비스 중인 호들의 서비스 전송률의 합이다. $\sum_{j \in C} IH_{ij}$ 는 임의의 클래스 C에 속하고 현 셀로의 핸드오버를 요구하는 호들의 서비스 전송률의 합이다. $\sum_{j \in C} OH_{ij}$ 는 임의의 클래스 C에 속하고 현 셀에서 목적 셀로의 핸드오버를 요구하는 호들의 서비스 전송률의 합이다. 여기서 서비스 전송률은 클래스 특성에 따라 수락 제어 시 설정된 전송률 또는 부하 제어에 의하여 재조정된 전송률을 의미한다.

$$RC_i = RT_i - \sum_{j \in C} SC_{ij} - \sum_{j \in C} IH_{ij} + \sum_{j \in C} OH_{ij} \quad (2)$$

주기적으로 (한 slot 단위로 수행 또는 프레임 단위로 수행 추후 결정) 또는 수락 제어 요구 시 마다 RC_i 정보를 생성하고 이를 이용하여 추후 핸드오버 호로 인한 셀 내 부하 증가에 효율적으로 대처하기 위하여 자원 할당 분할 정책을 다시 설정한다. 이는 클래스 별로 호 수락 및 부하 제어 그리고 자원의 할당을 제어한다는 것으로 빈번한 핸드오버로 인한 자원 점유 상태 변화에 능동적으로 대처하기 위하여 제안된 구조로서 고속의 이동성을 갖는 소형 셀 환경에 효율적으로 작용한다.

$RC_i < 0$ 일 경우, 부하 제어에 의한 공용 자원(Shard)의 점유를 통하여 RT_i의 양을 기준치까지 증가함으로서 자원의 유동성에 대처할 수 있다. RT_i는 각 클래스의 초기 설정된 예약 자원량과 공용 자원량의 합보다 작거나 같다. 여기서 Rr_i는 각 클래스의 예약 자원량이다.

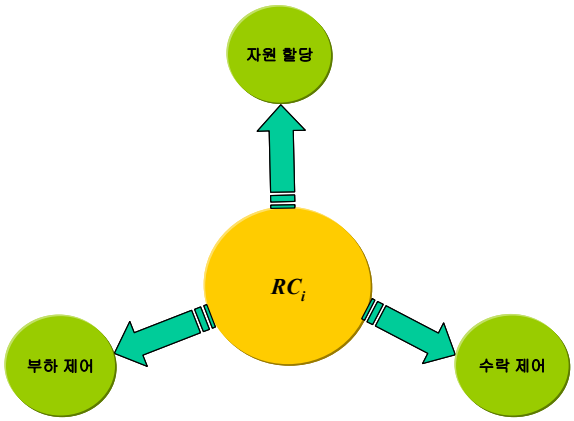
$$RT_i \le Rr_i + \mathrm{SH} \quad (3)$$

현재 망의 자원 사용량에 따라 신규 호 및 핸드오버 호를 수락함으로서 망에 항상 적정한 부하가 가해지도록 하고, 과도한 부하가 발생하는 것을 막는다. 수락의 기본 방침은 모든 호에 최소 전송률을 보장할 수 있을 정도의 호를 수락하는 것이다. 즉 최소 전송률 값은 핸드오버를 포함한 어떠한 경우에도 보장해 주어야 하는 값이다.

3. 부하 제어 방법

3.1. 패킷량 측정과 부하제어 수행

각 연결의 전송률이 시간에 따라 달라질 수 있으며 또는 동일한 전송률에서도 단말기의 이동으로 인하여 보다 많은 자원을 필요로 할 수 있다. 이와 같이 무선 인터페이스 부하가 지나치게 증가하도록 허용한다면, 셀의 영역이 계획된 값 이하로 줄어들게 되며 현재 연결되어 있는 서비스의 질을 보장할 수 없다. 따라서 호 수락만으로 지속적으로 과부하를 막기에는 부족할 수 있으며 현재의 부하 상태 및 인접 셀들의 핸드오버 호의 이동 상태를 동적으로 감시하여 적정 부하로 빠른 속도로 제어하는 부하 제어 알고리즘이 필요하다. [그림 3]은 RC_i 정보와 각 블록간의 관계를 나타낸다. 부하 제어는 RC_i 정보에 근거하여 수행되며 RC_i 의 증가 및 감소를 통하여 부하를 제어한다.



[그림 3] 부하 제어 모델

본 구조에서는 2차 부하 제어를 수행한다. 1차 부하 제어는 클래스 관점에서의 자원 운용을 위한 부하 제어이고 2차 부하 제어는 전체 자원 운용을 위한 부하 제어이다.

3.2 1차 부하 제어

상위에서 언급된 바와 같이 $RC_i < 0$ 일 경우, 1차 부하 제어 알고리즘이 수행된다. 1차 부하 제어 에서는 공용 자원(Shard)의 점유를 통하여 RT_i의 양을 min($RC_i > 0$)이 될 때 까지 증가시킨다. RT_i는 송신 전송률 (Downlink; $RT_{tr,i}$)와 수신 전송률 (Uplink; $RT_{re,i}$)을 동시에 표현하고 있으며, 하향 링크를 위한 1차 순방향 부하 제어와 상향 링크를 위한 1차 역방향 부하 제어가 동일한 구조를 갖는다.

$$RT_i \le Rr_i + \mathrm{SH} \quad (4)$$

3.3 2차 부하 제어

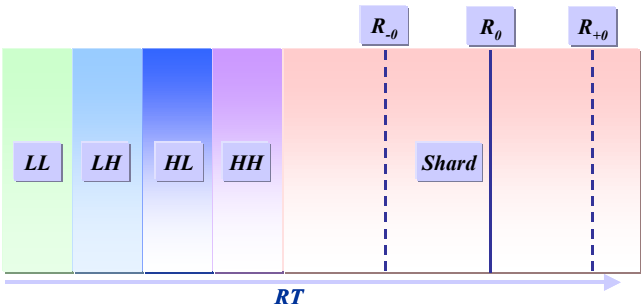
2차 부하 제어 알고리즘을 작동하기 위하여 $RT = \sum_{i=1}^{n} RT_i$ 가 부하의 평가 척도로 사용된다. [그림 4]와 같이 2차 부하 제어 알고리즘 수행 기준 값인 R_{-0}, R_0 그리고 R_{+0}를 둔다. RT는 송신 전송률 (Downlink; RT_{tr})와 수신 전송률 (Uplink; RT_{re})을 동시에 표현하며, 상향과 하향 링크가 동일한 구조를 갖는다.

$RT > R_{+0}$이면 부하 제어 알고리즘이 동작하여 각

클래스의 전송률을 재할당하여 R_0 이하로 낮춘다.

$RT<R_{-0}$이면 부하 제어 알고리즘이 동작하여 각 클래스의 전송률을 재할당하여 R_0보다 낮은 한도에서 높인다.

서비스 중인 호뿐만 아니라 핸드오버 호들도 부하 제어 알고리즘의 대상에 포함되며, 이것은 핸드오버 호의 호 수락 제어 시에 전송률 재 할당에 포함된다.



[그림 4] 전송률 부하 제어

(1) 순방향 부하 제어

전송률 증가($RT>R_{+0}$)이면 2차 순방향 부하 제어 알고리즘이 동작한다. 알고리즘은 사용중인 자원량을 줄여 RT가 R_0 이하로 조정한다. 자원을 재할당하는 방법은, LL>LH>HL>HH의 우선순위 별로 RT가 R_0이하로 낮아질 때까지 전송률을 줄인다. 전체 전송량을 재조정할 때 각 서비스에 허용된 최소 전송률을 보장해야 한다. 이에 따라 전송률을 재할당하고자 하는 서비스 클래스의 호를 전송률의 오름차순으로 정렬하고 RT가 R_0 이하가 될 때까지 최소 전송률을 계산하여 할당한다.

전송률 감소($RT<R_{-0}$)인 상태가 일정 시간 계속되면 2차 순방향 부하 제어 알고리즘이 수행되어 할당량을 R_0한도 내에서 증가시킨다. 전송량의 증가는 LL>LH>HL>HH의 우선순위가 큰 클래스부터 수행된다.

(2) 역방향 부하 제어

2차 역방향 부하 제어 알고리즘은 전송률 증가($RT>R_{+0}$)이면 동작한다. 알고리즘은 사용중인 자원량을 줄여 RT가 R_0 이하로 낮아지도록 조정한다. 전송률을 줄일 때, 결정된 우선순위대로 LL, LH, HL, HH 순으로 RT가 R_0이하로 낮아질 때까지 전송률을 줄인다. 전체 전송량을 재조정할 때 각 서비스에 허용된 최소 전송률을 보장해야 한다. 이에 따라 전송률을 재할당하고자 하는 서비스 클래스의 호를 전송률의 오름차순으로 정렬하고 RT가 R_0 이하가 될 때까지 최소 전송률을 계산하여 할당한다.

전송률 감소($T<R_{-0}$)인 상태가 일정 시간 계속되면 2차 역방향 부하 제어 알고리즘이 수행되어 할당량을 R_0 한도 내에서 증가시킨다. 전송량의 증가는 우선순위가 큰 클래스부터 수행된다.

4. 결 론

본 논문에서는, LTE-Advanced 망에서 멀티미디어 서비스의 전송을 위한 QoS를 보장 방안을 제시하였다. 시스템은 지연이나 손실 등을 지속적으로 모니터링 함으로써 수락 제어, 부하 제어 의 상태를 고려하여 QoS 적응 및 조정을 수행함으로서 멀티미디어 서비스의 연속성을 실현할 수 있다. 추후 영상 전송을 위한 셀 간 데이터 교환 방법이 연구되어야 하며, 차세대 무선 멀티미디어 서비스의 구현에 대한 더 많은 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] Hyun-Ho Choi; Dong-Ho Cho., "Takeover: a new vertical handover concept for next-generation heterogeneous networks", In IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol. 4, pp 2225-2229, June 2005.

[2] T. Guenkova-Luy, A.J. Kassler and D. Mandato, "Endto-End Quality-of-Service Coordination for Mobile Multimedia Applications,"IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 22, pp. 889-903, 2004.

[3] Simone Frattasi, Hanane Fathi., "Defining 4G Technology from the User's Perspective", IEEE Network, Volume 20, Issue 1, Jan.-Feb. pp. 35-41, 2006.

[4] 3rd Generation Partnership project, "Technical Specification Group Services and System Aspects; End-to-end Quality of Service (QoS) concept and architecture," TS 23.207 v.6.3.0, June 2004.

[5] S. Ryu, D. Oh, G. Sihn, and K. Han. "Research Activities on the Next Generation Mobile Communications and Services in Korea," IEEE Comm. magazine, Vol.43, No.9, pp.122-131, Sep. 2005