

# 3세대망에서의 무선자원관리 알고리즘†

서정현<sup>0</sup> 김상하

충남대학교 컴퓨터학과

{ybbcman, shkim}@cclab.cnu.ac.kr

## A Radio Resource Management Algorithm in The Third Generation Network

Jeung-Hyun Seo<sup>0</sup> Sang-Ha Kim

Department of Computer Science, Chungnam National University

### 요 약

지금까지의 무선이동통신에서는 주로 음성서비스를 제공하였으나 사용자들의 요구에 의해 음성서비스뿐만 아니라 점차 다양한 패킷서비스도 제공하고 있다. 일정한 자원을 사용하는 음성서비스와는 달리 패킷서비스는 서비스 타임이나 시간에 따라 자원요구량이 달라지는 특성을 지닌다. 따라서 서비스 질이 보장되는 패킷서비스를 제공하기 위해서는 자원요구량이 급변하는 패킷서비스의 특성을 잘 반영하는 무선자원 관리 메커니즘이 필요하다. 현재 패킷서비스를 제공하기 위해 개발된 UMTS망의 표준문서인 3GPP문서에는 무선자원관리를 위한 기본적인 신호체계만이 정의되어 있을 뿐 자세한 알고리즘은 각 벤더들에게 일임하고 있다. 또한 여러 단말에서의 자원경쟁시 자원할당을 중재해 줄 수 있는 알고리즘은 정의되어 있지 않다. 본 논문에서는 무선자원을 공용자원과 전용자원으로 구분하고 단말의 서비스 요청시 전송하는 QoS Profile을 통해 우선순위와 초기 자원을 할당한다. 우선순위가 높은 서비스는 낮은 우선순위 서비스의 자원을 일정한 선점할 수 있게 하였다. 이렇게 함으로써 사용자가 요구하는 서비스 질을 만족시키는 동시에 가능한 많은 패킷서비스를 받아들일 수 있는 무선자원관리 알고리즘을 제안한다.

### 1. 서론

음성서비스는 일정한 대역폭을 전용하고 세션도중 대역폭의 변화가 없는 특성을 가진다. 그러나 패킷서비스는 각 서비스의 요구 대역폭이 다양하고 세션도중 급격하게 변하는 특성을 가진다. 따라서 세션도중 사용자 데이터양에 맞게 자원량을 재할당해 주어야 한다. 이처럼 패킷서비스를 제공하는 이동통신망에서는 서비스 질을 고려한 효율적인 무선자원관리 알고리즘이 필요하게 되었다.

하지만, 패킷서비스의 서비스 질 보장이 중요한 관건인 미래의 이동통신 시스템에서는, 사용자가 요청한 서비스 질을 만족시키는 것이 중요하다. 따라서, 초기에 요청한 QoS 요구조건을 만족시키지 못하더라도 QoS Profile을 재현상하여 요청된 서비스에 최소한의 서비스 질을 보장하면서 서비스를 제공해 줄 수 있는 자원관리 메커니즘이 필요하다.

UMTS망에서 무선자원을 재할당하기 위해 사용하는 방법으로 무선 베어러 재설정, 전송 채널 재설정, 물리 채널 재설정절차가 있다. 하지만 신호체계만이 정의되어 있을 뿐 상세한 세부내용은 각 벤더들에게 일임되어 있다. 또한 여러 단말로부터의 자원할당 요청시 자원을 경쟁하는 요청들에 대하여 자원할당을 중재해 줄 수 있는 메커니즘은 정의되어 있지 않다.

다운스트림의 경우에는 RNC에서 트래픽을 조절할 수 있으나 업스트림의 경우에는 단말의 수나 단말이 요청하는 자원량을 예측하기 힘들다. 그러므로 무선자원관리가 힘들어져 각 패킷서비

스가 원하는 서비스 질 보장이 어렵다. 따라서 본 논문에서는 업스트림에 대한 무선자원 관리 알고리즘을 연구한다. 기본 동작은 다음과 같다. 먼저, 서비스 클래스를 기준으로 각 서비스들에게 우선순위를 부여한다. 그리고 각 서비스의 우선순위에 따라 자원을 할당한다. 이후 측정보고를 수행시 각 서비스의 트래픽 양과 무선자원 상태에 기반하여 자원을 동적으로 재할당한다. 또한, 우선순위가 높은 서비스는 우선순위가 낮은 서비스들의 자원을 일정한 만큼 선점하여 사용할 수 있도록 한다. 본 논문에서는 이처럼 우선순위에 따라 자원을 차별적으로 사용함으로써 경쟁하는 자원할당요청을 중재하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 패킷서비스의 어려움과 서비스 질 보장에 있어서 UMTS망의 무선자원 관리 알고리즘의 문제점을 살펴본 후 2장에서는 제안된 알고리즘을 설명한다. 3장에서는 시뮬레이션을 통해 제안한 알고리즘의 성능을 분석하고 4장에서는 결론을 제시한다.

### 2. 제안알고리즘

본 논문에서는 서비스 질의 차별적 보장을 위하여 음성형, 스트리밍, 대화형, 백그라운드 클래스에 서로 다른 우선순위를 부여하였다. 높은 우선순위의 음성형 클래스와 스트리밍 클래스에 속한 서비스에는 전용자원을 할당하고, 낮은 우선순위의 대화형 클래스와 백그라운드 클래스에 속한 서비스에는 공용자원을 할당한다. 급변하는 패킷서비스 사용자들의 자원요구량은 측정보고 (Measurement Report) 이벤트를 통해 파악할 수 있다.

위의 가정을 기반으로 하여 세션초기 설정시, CELL\_FACH상태, CELL\_DCH상태에 대하여 제안한 무선자원 관리 알고리즘을 살펴본다. 알고리즘에서 사용한 변수들은 [표1]과 같다.

† 이 연구는 BK21 충남대학교 정보통신인력양성사업단의 지원을 받았다.

변 수	설 명
RS <sub>avail_DCH</sub>	사용가능한 전용자원량
RS <sub>avail_CCH</sub>	사용가능한 공용자원량
MAX	세션설정시 요구하는 단말의 최대자원요구량
MIN	세션요청시 요구하는 단말의 최소자원요구량
TH <sub>max</sub>	CELL_FACH에서 CELL_DCH로의 전이 임계값
TH <sub>min</sub>	CELL_DCH에서 CELL_FACH로의 전이 임계값
RS <sub>req</sub>	단말의 측정보고서의 페이로드의 평균값
RS <sub>max</sub>	서비스에게 할당된 최대자원량
RS <sub>min</sub>	서비스에게 할당된 최소자원량
Call <sub>DCH</sub>	전용자원을 사용하는 호들의 리스트
Call <sub>CCH</sub>	공용자원을 사용하는 호들의 리스트

[표 1] 제한한 알고리즘에서 사용한 변수

```

if(traffic class == 'Conversational' | 'Streaming') {
    if(RSavail_DCH ≥ MAX) then 전용자원 MAX 할당
    else if(RSavail_DCH ≥ MIN) then 전용자원 RSavail_DCH 할당
    else if(CallDCH에 우선순위가 같거나 낮은 서비스들 존재?)
    {
        if(CallDCH중 우선순위가 같거나 낮은 서비스들에게
        할당된 MIN이상의 자원들의 합 ≥ MIN) then
            - 우선순위가 낮거나 같은 서비스에게 할당된
            MIN이상의 자원회수.
            - 전용자원 MIN 할당.
        else 호 거절
    }
    else 호 거절
}
else if(traffic class == 'Interactive' | 'Background') {
    if(RSavail_CCH ≥ MAX) then 공용자원 MAX 할당
    else if(RSavail_CCH ≥ MIN) then 공용자원 RSavail_CCH 할당
    else if(RSavail_DCH > MIN) then 전용자원 MIN 할당
    else if(CallCCH에 우선순위가 같거나 낮은 서비스들 존재?)
    {
        if(CallCCH중 우선순위가 같거나 낮은 서비스들에게
        할당된 MIN이상의 자원들의 합 ≥ MIN) then
            - 우선순위가 같거나 낮은 서비스에게 할당된
            MIN이상의 자원회수
            - 공용자원 MIN 할당
        else 호 거절
    }
    else 호 거절
}
    
```

[그림 2] 초기 세션설정시 알고리즘

A. 초기 세션설정시

초기 세션설정시 단말은 원하는 서비스 질 요구조건을 서술하고 있는 QoS Profile을 시스템에 전송한다. 이때 서비스의 자원요구량을 [MAX, MIN]형태로 전송한다. 그리고 각 서비스는 서비스 클래스에 따라 우선순위를 부여받는다.

서비스의 세션요청시에 대해 제한된 알고리즘은 [그림 2]와 같이 동작한다. 높은 우선순위의 서비스에 대하여는, 사용가능한 전용자원(RS<sub>avail\_DCH</sub>)이 서비스의 최대자원요구량(MAX)보다 많으면 최대자원요구량을 할당한다. 만약 사용가능한 전용자원이 최소자원요구량(MIN)보다 많으면 사용가능한 전용자원을 할당한다. 사용가능한 전용자원이 최소자원요구량보다 적은 경우에는, 자신보다 우선순위가 낮은 서비스가 가진 최소자원요구량 이상의 자원의 합을 측정한다. 만약 최소자원요구량보

다 많으면 그 자원들을 회수하여 요청서비스에게 최소자원요구량을 할당한다. 대화형이나 백그라운드 클래스인 경우도 같은 방식으로 동작한다.

B. CELL\_FACH상태

단말의 서비스가 전용자원을 사용하지 않고 단지 공용자원만을 사용하는 CELL\_FACH상태에 대해 제한한 알고리즘의 동작은 [그림 3]과 같다.

단말에서 보고된 자원요청량(RS<sub>req</sub>)이 현재 서비스에게 할당된 최대자원량(RS<sub>max</sub>)과 최소자원량(RS<sub>min</sub>)의 범위에 있으면 할당된 자원을 유지한다. 하지만 ①의 경우와 같이, 측정보고에 의해 보고된 자원요청량이 공용자원의 한계용량(TH<sub>max</sub>)을 초과하면 전용자원을 할당한다. 그러나 전용자원의 양이 부족하면 낮은 우선순위 서비스들에게 할당된 최소자원요구량 이상의 자원을 회수하거나 현재 할당된 자원을 유지한다.

②는 현재 서비스에게 할당된 자원의 상한 임계값(RS<sub>max</sub>)을 초과하여 요청하는 경우이다. 단말의 자원요청량에 비해 공용자원이 부족할 경우에는 전용자원을 할당할 수 있는지를 점검한다. 만약 시스템내에 자원요청량 이상의 공용자원과 전용자원이 존재하지 않는다면, Call<sub>CCH</sub>중 요청서비스보다 낮은 우선순위 서비스에게 할당된 최소자원요구량 이상의 자원을 측정한다. 측정된 자원이 요청서비스의 자원요청량 이상이면, 그 자원들을 회수하여 요청서비스에게 자원요청량만큼 할당해 준다 그렇지 않을 경우에는 현재 할당된 자원을 유지한다.

③의 경우는 현재 서비스에 할당된 것보다 더 적은 자원을 요구하므로 불필요하게 할당되어 있는 자원들은 회수한다.

```

if(RSreq > THmax) { //①
    if(RSreq ≤ RSavail_DCH) then 전용자원 RSreq 할당
    else if(CallDCH에 우선순위가 같거나 낮은 서비스들 존재?)
    {
        if(CallDCH중 우선순위가 같거나 낮은 서비스들에게
        할당된 MIN이상의 자원들의 합 ≥ RSreq) then
            - 우선순위가 같거나 낮은 서비스에게 할당된
            MIN이상의 자원회수
            - 전용자원 RSreq 할당
        else 현재 자원 유지
    }
    else 현재 자원 유지
}
else if(RSreq > RSmax) { //②
    if(RSavail_CCH > RSreq) then 공용자원 RSreq 할당
    else if(RSavail_DCH > RSreq) then 전용자원 RSreq 할당
    else if(CallCCH에 우선순위가 같거나 낮은 서비스들 존재?)
    {
        if(CallCCH중 우선순위가 같거나 낮은 서비스들에게
        할당된 MIN이상의 자원들의 합 ≥ RSreq) then
            - 우선순위가 같거나 낮은 서비스들에게 할당
            된 MIN이상의 자원회수
            - 공용자원 RSreq 할당
        else 현재 자원 유지
    }
    else 현재 자원 유지
}
else if(RSreq < RSmin) then 공용자원 RSreq 할당 //③
    
```

[그림 3] CELL\_FACH상태에서의 알고리즘

C. CELL\_DCH상태

단말의 서비스가 전용자원을 사용하는 CELL\_DCH상태에서 제안한 알고리즘의 동작은 [그림 3]과 같다.

㉔의 경우는 현재 서비스에 할당된 자원보다 더 많은 자원을 요구하는 경우로써 시스템내의 사용할 수 있는 전용자원이 자원요청량보다 많으면 할당할 수 있다. Call<sub>DCH</sub>중 요청서비스보다 낮은 우선순위 서비스에게 할당된 최소자원요청량 이상의 자원의 할을 측정한다. 측정된 자원이 요청서비스의 자원요청량 이상이면, 그 자원들을 회수하여 요청서비스에게 자원요청량만큼 할당해 준다. 만약 최소자원요청량 이상의 자원의 할이 자원요청량보다 많지 않으면 현재의 자원을 유지한다.

㉕의 경우는 자원요청량이 공용자원을 사용해야 하는 하한 임계값( $TH_{min}$ )보다 더 적으므로 단말의 자원요청량만큼의 공용자원을 사용한다. 공용자원의 부족시에는 단말의 자원요청량만큼의 전용자원만을 사용한다.

㉖의 경우처럼 서비스에 할당된 자원보다 자원요청량이 더 적은 경우에는 필요이상으로 할당되어 있는 자원을 회수한다.

```

if (RSreq > RSmax) { //㉔
    if (RSreq ≤ RSavail_DCH) then 전용자원 RSreq 할당
    else if (CallDCH에 우선순위가 같거나 낮은 서비스들이 존재?)
    {
        if (CallDCH중 우선순위가 같거나 낮은 서비스들에게 할당된 MIN이상의 자원들의 합 ≥ RSreq) then
            - 우선순위가 같거나 낮은 서비스들에게 할당된 MIN이상의 자원회수
            - 전용자원 RSreq 할당
        else 현재 자원 유지
    }
    else 현재 자원 유지
}
else if (RSreq < RSmin) { //㉕
    if (RSreq < THmin) {
        if (RSreq ≤ RSavail_CCH) then 공용자원 RSreq 할당
        else 전용자원 RSreq 할당
    }
    else 전용자원 RSreq 할당 //㉖
}
    
```

[그림 4] CELL\_DCH상태에서의 알고리즘

3. 성능분석

본 장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안한 알고리즘의 성능을 분석하였다. 시뮬레이션은 VINT Project의 NS(Network Simulator)-2를 사용하였다. 시뮬레이션에서 사용한 [표2]와 같다.

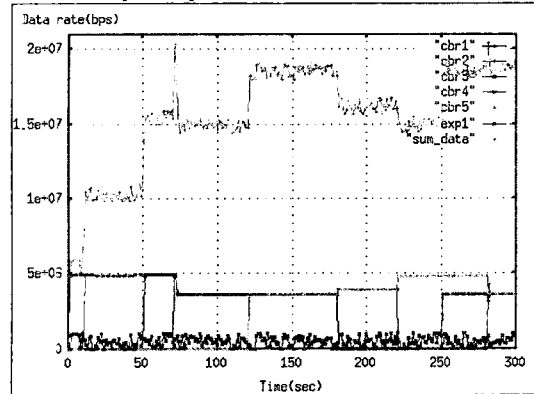
파라미터	설 명
트래픽 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CBR 단말(5Mbps) : 6개</li> <li>● Exponential 단말(1Mbps) : 1개</li> </ul>
전용자원	20Mb
공용자원	1Mb
전송지연시간	10ms
최대요구자원량(RS <sub>max</sub> )	5Mbps
최소요구자원량(RS <sub>min</sub> )	3.64Mbps
큐 크기	50

성능측정 간격	1초
성능측정 시간	300초

[표 2] 시뮬레이션 파라미터

시뮬레이션에서는 최대요구량과 최소요구량으로서 각각 5Mbps와 3.64Mbps의 대역폭을 요구하는 6개의 CBR단말과 최대요구량이 1Mbps인 1개의 Exponential단말을 사용하였다. 각 단말들이 시스템으로부터 무선자원을 할당받는 과정에, 제안한 무선자원 관리 알고리즘을 적용한 경우 시스템의 단말이 요청한 서비스 질의 충족여부를 분석하였다.

현재의 알고리즘은 20Mbps의 대역폭에 대해 5Mbps의 요구량을 가지는 4개의 CBR단말을 받아들일 수 있다. 하지만 제안한 알고리즘을 사용함으로써, 자원의 부족시 다른 서비스에게 할당된 자원의 일부를 선점하도록 하여 각 단말들에 대해 최소한의 서비스 질을 보장하면서 좀 더 많은 단말을 서비스할 수 있음을 [그림 5]의 시뮬레이션 결과를 통해 볼 수 있다.



[그림 5] 각 단말의 데이터를 변화량

4. 결론

본 논문에서는 무선이동통신에서 패킷서비스를 지원하기 위해, 여러 가지의 서비스 질 요구조건을 가진 서비스들이 존재하는 상황에서 각 서비스들이 요구하는 서비스 질을 보장해주는 무선자원관리 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 자원을 전용자원과 공용자원으로 분리하여 고려한다. 그리고 높은 우선순위의 서비스의 서비스 질을 보장해 주기 위하여 낮은 우선순위 서비스의 일정자원을 회수하여 높은 우선순위 서비스에게 할당한다. 따라서, 우선순위에 따라 차별적인 서비스 질을 보장하면서 좀 더 많은 호를 서비스해 줄 수 있다.

[참고문헌]

[1] D.Imbeni et al., "Quality of Service Management for Mixed Service in WCDMA," VTC 2000, IEEE-VTS Fall 52<sup>nd</sup>, Vol.2, pp.565-572.  
 [2] 3GPP TS23.107, "QoS Concept and Architecture", R1999.  
 [3] 3GPP TS25.303, "Radio Bearer Control-Overview of Procedures", R1999.  
 [4] 3GPP TR 25.922, "Radio Resource Management Strategies", R1999.  
 [5] Gyoung-Ho Hwang et al., "Distributed Rate Control for Throughput Maximization and QoS Support in WCDMA System", VTC 2001 Fall. IEEE VTS 54<sup>th</sup>, Vol. 3, 2001 pp.1721 -1725.  
 [6] Henry Owen et al., "A Resource Management Framework for QoS Provisioning in W-CDMA systems", VTC1999, IEEE 49<sup>th</sup>, vol.1, 1999, pp.407-411.  
 [7] Jarr Holma et al., WCDMA for UMTS, John Wiley & Sons, 2001.