

Best-Fit 알고리즘을 응용한 비동기 IMT-2000 시스템의 자원관리 방안 연구

한 정 희

강원대학교, 경영대학 경영관광회계학부 경영학과
강원도 춘천시 효자2동

Abstract

이 논문에서는 비동기 IMT-2000 시스템에서 고속의 멀티미디어 서비스의 호 차단율을 낮추기 위한 자원할당 알고리즘을 개발한다. 이 논문에서 제시하는 알고리즘의 성능을 측정하기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 실시한 결과, 기존의 알고리즘 대비 고속 멀티미디어 서비스의 호 차단율을 40% 이상 개선하는 것으로 나타났다. 현재, 이 알고리즘은 LG 전자에서 개발한 상용 비동기 IMT-2000 시스템에 적용되어 운용되고 있다.

1. 서 론

기존의 이동통신 시스템과는 달리 현재 전국적인 네트워크 구축이 진행되고 있는 비동기 IMT-2000 시스템에서는 고속의 멀티미디어 서비스가 제공된다. 예를 들면, 기존의 2세대 이동전화 네트워크에서는 음성통화와 저속의 문자 메시지 서비스 송수신 기능 위주의 비교적 단순한 서비스만을 제공하였으나, 비동기 IMT-2000 시스템에서는 양방향 동영상 통화나 멀티미디어 스트리밍과 같이 고속 데이터 전송 기술이 요구되는 고품질의 이동통신 서비스를 제공할 수 있다. 이처럼 음성통화와 고속의 다양한 멀티미디어 서비스가 혼합된 서비스 환경에서는 시스템 자원을 효율적으로 관리하는 것이 중요하다. 최근에 드러난 무선 및

시스템 자원 관리 기능의 문제점 중에서 가장 중요한 사항은 정상적인 트래픽 밀도가 유지되는 서비스 환경에서 고속의 멀티미디어 서비스 요청에 대한 호 차단율(Call Blocking Rate)이 지나치게 높게 나타난다는 것이다. 실제 사용 환경에서 충분히 재현 가능한 통화 접속 시나리오를 대상으로 실험을 실시한 결과 384Kbps의 데이터 전송률을 요구하는 멀티미디어 서비스의 경우 호 차단율이 90%를 상회하는 경우가 자주 발생하고 있으며, 이 같은 현상이 발생하는 원인을 기지국 제어기의 비효율적인 시스템 자원 관리 기능에 두고 있다. 이 같은 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 효율적인 셀렉터 프로세서 자원할당 알고리즘을 개발한다.

제2장에서는 비동기 IMT-2000 시스템의 호 처리 과정을 설명한다. 제3장에서는 기지국 제어기의 셀렉터 프로세서 구성 및 데이터 전송속도별 자원 점유량을 설명한다. 제4장에서는 호 차단율 개선을 위해 셀렉터 프로세서 자원할당 알고리즘을 개발한다. 제5장에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 이 논문에서 개발하는 알고리즘의 성능을 측정하고 결론을 제시한다.

2. 호 처리 절차

이동전화 가입자가 통화를 시도할 경우, 단말기와 비동기 IMT-2000 시스템 사이에서 진행되는 절차를 간략히 소개하면 다음과 같다.

- 1) 가입자가 통화 버튼을 누른다(신규호 도착)
- 2) 단말기는 네트워크로 RRC(Radio Resource Control) 신호를 보낸다
- 3) 네트워크의 기지국 제어기는 수신된 RRC 신호 처리 및 나머지 호 처리 절차를 수행하기 위해 발신 호를 기지국 제어기에 장착된 임의의 셀렉터 프로세서에 할당한다.
- 4) 기지국 제어기는 셀렉터 프로세서 할당을 마치고 단말기로부터 수신한 RRC 신호를 이동전화 교환기로 전달하며, 이동전화 교환기로부터 가입자 정보 및 가입자가 요청한 데이터 전송속도를 확인한다.
- 5) 기지국 제어기는 이동전화 교환기로부터 수신한 데이터 전송속도 정보를 참고하여 해당 가입자가 할당된 셀렉터 프로세서의 자원을 필요한 만큼 예약한다
- 6) 셀렉터 프로세서의 자원 예약이 완료되면, 이 사실을 다시 이동전화 교환기에게 알린다
- 7) 이동전화 교환기는 발신자의 서비스 요청 사실을 수신자에게 알리며, 동시에 신호음을 발신자에게 송출한다
- 8) 수신자와의 접속에 성공하면 통화가 개시된다.

절차 3)에서 기지국 제어기는 신규호가 송신한 RRC 신호를 처리하기 위해 셀렉터 프로세서를 할당하지만, 이 단계에서는 발신자가 원하는 데이터 전송속도를 알 수 없다. 즉, 신규호가 음성통화를 요청한 것인지, 384Kbps 스트리밍 서비스 접속을 시도한 것인지 또는 모바일 인터넷 접속을 시도한 것인지 알 수 없으며, 기지국 제어기는 단순히 발신자로부터 신규호 접속 요청이 있었다는 사실만을 인식할 뿐이다. 발신자가 요청한 데이터 전송 속도는 4) 단계에 설명한 바와 같이 셀렉터 프로세서 할당 이후 이동전화 교환기로부터 발신자가 요청한 서비스 정보를 수신하고 나서야 알 수 있다. 만일 발신자가 요청한 서비스 정보를 확인한 결과 해당 발신자가 할당된 셀렉터 프로세서의 남은 용량보다 해당 서비스를 제공하기 위해 필요한 자원 요구량이 더 큰 경우, 해당 발신자의 서비스 요청은 이 단계에서 삭제된다. 즉, 통화 연결 및 서비스 접속에 실패하게

되는 것이다. 보다 상세한 호 처리 절차는 비동기 IMT-2000 기술 규격(3GPP Technical Specification 25.331, Release 1999, 2001) 및 다른 저서를 참고하기 바란다: WCDMA for UMTS, 2001.

3. 셀렉터 프로세서 구성

하나의 기지국 제어기에는 용량에 따라 수십에서 수백개의 셀렉터 프로세서가 장착되며, 모든 종류의 이동통신 서비스 신호는 셀렉터 프로세서의 처리를 거쳐서 수신자에게 전달된다. 하나의 셀렉터 프로세서는 동시에 여러 개의 음성통화 신호를 처리할 수 있으며, 일반적으로 셀렉터 프로세서의 처리용량은 CE(Channel Element)의 개수로 표시한다. 즉, 하나의 셀렉터 프로세서 용량이 M CEs라면, 이는 하나의 셀렉터 프로세서가 동시에 M 개의 음성통화 신호를 처리할 수 있음을 나타낸다. 한편, 비동기 IMT-2000 시스템에서 지원하는 데이터 전송속도는 다음과 같다.

- 1) 12.2Kbps: 음성통화 및 SMS 서비스가 여기에 해당하며, 일반적으로 가입자당 1 CE를 할당한다.
- 2) 64Kbps: 모바일 인터넷 접속 및 파일 다운로드 서비스를 제공할 수 있으며, 일반적으로 가입자당 4 CEs를 할당한다. 즉, 64Kbps의 데이터 전송률을 요구하는 파일 다운로드 서비스를 처리하기 위해서는 1개의 음성통화 서비스를 처리하는데 소요되는 셀렉터 프로세서 자원의 4배가 필요하다.
- 3) 144Kbps: 양방향 동영상 통화가 가능하며 고속의 스트리밍 서비스를 지원할 수 있다. 일반적으로 가입자당 7 ~ 8 CEs를 할당한다.
- 4) 384Kbps: 고품질의 양방향 동영상 통화가 가능하며, 일반적으로 가입자당 16 CEs를 할당한다.
- 5) 2Mbps: 이론적으로 가능한 가입자당 최대 데이터 전송속도로서 이 논문에서는 고려하지 않는다.

기존의 2세대 이동전화 네트워크에서는 신규호를 기지국 제어기에 장착된 셀렉터 프로세서 중에서 할당되지 않은 CE의 개수가 가장 많은 셀렉터

프로세서에 할당하는 부하 분담(LS: Load Share) 알고리즘을 사용하여 왔다. 고속의 멀티미디어 서비스 제공이 불가능한 기존의 2세대 이동전화 네트워크에서는 음성통화와 단문메시지 서비스가 모두 동일하게 1 CE만을 사용하므로 부하가 가장 낮은 셀렉터 프로세서에 신규호를 할당하여도 자원관리 측면에 문제가 발생하지 않으나, 비동기 IMT-2000 네트워크에서는 고속의 다양한 응용 서비스가 제공되고 각 서비스마다 셀렉터 프로세서 자원 요구량이 다르므로 셀렉터 프로세서 할당시 신규호의 CE 자원 점유량 정보를 참고해야만 효율적인 자원 관리가 가능하다. 그러나, 2장의 호 처리 절차에서 언급한 바와 같이 비동기 IMT-2000 기술 규격에서는 이 같은 내용을 반영하고 있지 않으므로 장비 개발 업체가 자체적으로 이 같은 문제점을 해결해야 하는 실정이다.

4. 자원 할당 알고리즘

이 논문에서 개발하는 셀렉터 자원 할당 알고리즘의 동작은 다음과 같다.

단계 1. 신규호의 셀렉터 프로세서 할당 요청시 기지국 제어기는 셀렉터 프로세서마다 남아있는 CE의 수와 데이터 전송속도에 따른 CE 요구량을 비교하여 해당 신규호를 임의의 셀렉터 프로세서에 할당할 경우 호 차단이 발생할 수 있는 데이터 전송속도의 개수를 계산한다.

단계 2. 모든 셀렉터 프로세서마다 단계 1의 과정을 실시한 후, 호 차단이 발생할 수 있는 데이터 전송속도의 개수가 가장 적은 셀렉터 프로세서에 신규호를 할당한다. 호 차단이 발생할 수 있는 데이터 전송속도의 개수가 가장 적은 셀렉터 프로세서가 두개 이상일 경우에는 단계 3의 절차를 따른다.

단계 3. 단계 2에서 선택된 2개 이상의 셀렉터 프로세서 가운데 미할당 CE 개수가 가장 적은 셀렉터 프로세서를 선택하여 신규호를 할당한다.

단계 3에서는 데이터 전송속도에 따른 호 차단율이

가장 낮은 셀렉터 프로세서가 다수 존재할 경우 LS 알고리즘의 동작과는 반대로 미 할당 CE 개수가 가장 적은 셀렉터 프로세서에 신규호를 할당한다. 단계 3에서 수행하는 절차는 Bin-Packing 문제를 해결하기 위한 휴리스틱 방법으로 잘 알려진 Best Fit 알고리즘과 동일한 개념이다(Martello와 Toth, 1990). 다만, Bin-Packing 문제에 적용하는 Best Fit 알고리즘은 신규호의 CE 요구량을 사전에 알고 있는 경우에 사용할 수 있으나, 이 논문에서 다루고 있는 셀렉터 자원 할당 문제에서는 신규호의 데이터 전송속도 및 CE 요구량을 사전에 알 수 없으므로 기존의 Best Fit 알고리즘을 그대로 사용할 수 없다. 따라서, 본 연구에서는 단계 1과 단계 2에 기술한 바와 같이 데이터 전송속도별로 호 차단이 발생할 수 있는 가능성을 사전에 계산하는 절차를 두고 있다. 이 같은 의미에서 본 연구에서 제시하는 자원할당 알고리즘을 Modified Best Fit(MBF) 알고리즘이라고 부르기로 한다.

5. 시뮬레이션 결과 분석 및 결론

시뮬레이션에서는 호 차단율을 기준으로 MBF 알고리즘과 기존의 LS 알고리즘의 성능을 비교한다. 시뮬레이션 환경은 다음과 같다:

- 서비스 종류(데이터 전송속도): 12.2Kbps(1 CE), 64Kbps(4 CEs), 144Kbps(8 CEs), 384Kbps(16 CEs)
 - 셀렉터 프로세서 개수: 120개, 130개, 140개, 160개, 200개
 - 셀렉터 프로세서 용량: 32 CEs/셀렉터 프로세서.
- 4가지 서비스 모두 호 도착 시간간격($1/\lambda$) 및 평균 통화지속 시간(μ)은 지수 분포를 따른다고 가정하며, 각 서비스에 따른 신규호 도착 시간간격 및 평균 통화시간은 다음과 같이 설정한다:
- 12.2Kbps: $1/\lambda = 1/20$ 초, $\mu = 120$ 초
 - 64Kbps: $1/\lambda = 1$ 초, $\mu = 60$ 초
 - 144Kbps: $1/\lambda = 2$ 초, $\mu = 120$ 초
 - 384Kbps: $1/\lambda = 5$ 초, $\mu = 180$ 초.

위와 같은 시뮬레이션 환경에서 MBF 알고리즘과 LS 알고리즘을 각각 적용하여 1시간 동안 실험하였으며, <표 1>에 셀렉터 프로세서 개수에 따른 서비스별 호 차단율을 나타낸다.

<표 1>에 나타낸 바와 같이 MBF 알고리즘을 적용한 경우나 LS 알고리즘을 적용한 경우 모두 12.2Kbps와 64Kbps 서비스의 경우 호 차단율이 0%로 동일하다. 그러나, 144Kbps와 384Kbps 서비스의 경우 MBF 알고리즘을 적용한 경우의 호 차단율은 LS 알고리즘을 적용한 경우보다 항상 낮게 나타나며, 그 차이는 384Kbps 서비스의 경우 많게는 40%에 이른다. 본 연구에서 실시한 시뮬레이션의 결과를 종합하면 MBF 알고리즘은 호 차단율 측면에서 기존의 LS 알고리즘보다 항상 우수한 성능을 나타낸다.

John Wiley & Sons, Ltd., 1990

<표 1> 서비스별 호 차단율 (%)

알고리즘	속도 (bps)	셀렉터 프로세서 개수					
		120	130	140	150	160	200
LS	12.2K	0	0	0	0	0	0
	64K	0	0	0	0	0	0
	144K	0.2	0	0	0	0	0
	384K	96.2	94.4	90.2	86.5	81.0	2.1
MBF	12.2K	0	0	0	0	0	0
	64K	0	0	0	0	0	0
	144K	0.06	0	0	0	0	0
	384K	90.1	78.7	66.9	49.4	41.6	0.84

참고문헌

1. LG 전자 기술문서(Technical Note), "Radio resource allocation algorithm in WCDMA", 2002
2. Holma, H., and Toskala, A., "WCDMA for UMTS", John Wiley & Sons, Ltd., 2001
3. 3GPP Technical Specification 25.331, "RRC protocol specification", Release 1999, 2001
4. Martello, S., and Toth, P., "Knapsack Problems",