

이동망의 채널할당과 작업 스케줄링 관련 모델 및 성능분석

손동철* · 김동현** · 류충상***

Performance of Job scheduling Model And Channel Allocation of Cellular Network

Dong-cheul Son* · Dong-hyun Kim** · Chung-sang Ryu***

요 약

CDMA 이동망 환경에서는 한정된 자원을 효율적으로 사용하여 멀티미디어 서비스 요구에 따른 무선 트래픽 채널을 할당하는 기법은 무선이라는 특수 환경으로 인해 제약을 받을 수밖에 없다. 이동망의 기지국의 경우 여러 무선 가입자 보드로부터 요구되는 서비스별 트래픽 요구에 대한 채널 할당과 이에 대한 메인보드에서 처리해야 하는 작업 스케줄링은 무선과 CPU라는 서로 다른 환경을 잘 매핑하는 과제를 안고 있다. 본 논문에서는 음성과 데이터 호를 동시에 서비스하는 셀룰러 시스템에서 멀티미디어 서비스 트래픽 특성을 고려한 주파수할당과 작업 스케줄링이라는 두 가지 요소를 접목할 때 적합한 작업 스케줄링 방식을 제안한다.

ABSTRACT

It is important matter that inflect well allocated frequency resource in cellular network and is still more serious element in environment that provide multimedia services. This paper describes model and algorithm that increase two elements that is frequency allocation and job scheduling that consider multimedia service traffic special quality by emphasis that do mapping present in CDMA cellular system. We proposed the model composed three parts (channel allocation algorithm, mapping algorithm using genetic algorithm and scheduling algorithm) and simulation results.

키워드

CDMA, Cellular System, Multimedia Service, Job Scheduling, Channel Allocation

1. 서론

현재 CDMA 이동망은 음성뿐만 아니라, 데이터, 동영상, 이미지를 포함한 다양한 특성을 갖는 멀티미디어 트래픽 위주의 서비스 방식으로 발전되고 있다.

이동통신망은 사용 가능한 자원이 한정되어 있고 한정된 자원을 여러 사용자가 나누어 써야 하며 멀티미디어 트래픽 서비스를 제공하기 위해서는 제한된 채널을 트래픽 특성에 따라 할당하는 방법이 필요하고, 특히 채널의 사용량이 임계치에 도달하게 되면 이동 가입자

* 백석대학교 정보통신학과

*** 전파연구소

심사완료일자 : 2008. 02. 20

** 순천청암대 부동산학과

접수일자 : 2008. 01. 15

가 요구하는 멀티미디어 트래픽 서비스의 연속성과 서비스 품질(QoS)을 보장할 수 없는 상황이 발생하기 때문에 이런 경우 스케줄링을 통한 자원의 효율적인 분배와 적절한 무선 채널의 할당은 시스템의 성능과 직결된다[1][2]. 또한 이동통신망에서 이동 가입자가 트래픽 접속 상태에서 인접 셀로 이동하거나 일시적인 장애로 현재 사용 중인 통신링크의 상태가 불량하게 되어 통화 지속이 어려울 때 사용자가 원하는 트래픽 서비스 품질을 보장하고 이 서비스를 유지하기 위한 인접 셀의 통신링크나 다른 통신링크로 교체시키는 등의 트래픽 제어 기법이 이동망에서는 필요하게 된다. 멀티미디어 데이터들은 특성에 따라 엄격한 에리제어를 요구하는 정적 특성의 데이터와 실시간 전송을 요구하는 동적 특성의 데이터 두 가지로 분류된다.

본 논문은 이런 환경에서 멀티미디어 서비스 요구에 따른 주파수 할당과 실제 기지국, 제어국, 단말기에서 서비스별로 CPU를 어떻게 할당할 것인가 하는 작업 스케줄링에 관련된 것을 연관시켜 보는 시도측면에서 기술되었다. 멀티미디어 서비스인 음성, 데이터, 이미지, 동영상의 속성 중 우선 동영상과 이미지를 고려하지 않고, 서비스 속성을 대표하는 음성 및 데이터 호를 동시에 서비스하는 기지국에서 서비스 요구에 의한 주파수 할당을 효율적으로 하고 CPU 작업스케줄링 속도를 높이기 위한 두 가지 다른 환경을 접목하는 모델을 제시한다.

II. 본 론

멀티미디어 서비스 요구에 따른 트래픽 채널이 할당되면 사용자가 무선주파수를 사용하지 않더라도 채널을 해제시킬 수 없으며 특히 기지국의 가입자보드와 제어국의 음성채널카드에 장착되어 있는 CPU는 별도의 작업 스케줄링을 할 필요가 없다. 그러나 기지국프로세서제어보드와 제어국 음성가입자보드의 CPU는 작업 스케줄링이 필요하다[3].

본 논문에서는 이를 분석하기 위해 그림 2와 같은 트래픽 모델을 제안한다. 제안된 모델은 무선주파수를 할당하는 부분, 무선 환경과 CPU 환경을 매핑하는 부분, 실제 CPU에서 작업 스케줄링하는 부분으로 정의한다. 트래픽 서비스의 종류는 음성, 데이터, 동영상, 이미지

가 있으나 음성과 동영상은 실시간이 요구되는 서비스로 분류되고 데이터와 이미지는 정확성이 요구되는 비실시간정보로 분류하여 적용한다.

마지막 단계는 실제 작업 스케줄링을 하는 부분으로 서비스별로 멀티 큐가 주어지며 큐마다 별도의 작업 스케줄링을 적용한다.

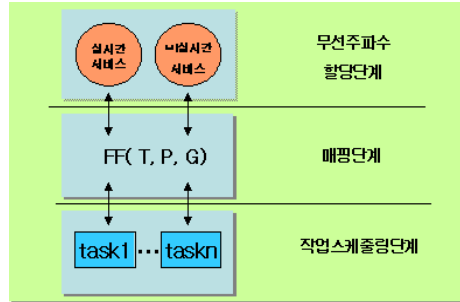


그림 1. 전체 모델
Fig. 1 Total model

2.1 무선주파수 할당을 위한 트래픽 모델

셀은 그림 2와 같이 반경이 R인 정육각형 셀과 면적이 동일한 반경이 Req인 원으로 가정하며 Rhout은 셀 프 셀의 핸드오프 추가(Add)영역이고 Rhin은 인접 셀의 핸드오프 추가 영역이다[4][5].

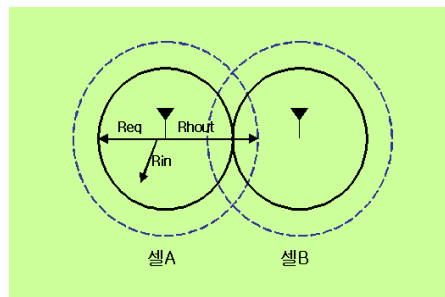


그림 2. 트래픽을 위한 호 모델
Fig. 2 Call model for traffic

호는 발생 위치에 따라 세 종류로 분류된다. 첫 번째 호는 셀내(Req 내)에서 발생하는 신규호이고, 두 번째 호는 핸드오프 영역(Rhout과 Req 사이)에서 발생하는

핸드오프호로 영역에서 발생하는 호는 인접 셀에서 신규호가 성공하는 즉시 셀프 셀의 핸드오프호로 발생한다. 세 번째 호는 셀 외부(Rhout 외부)에서 발생하여 이동국의 이동에 따라 핸드오프되는 유입호이다.

2.2 작업 스케줄링 알고리즘

작업 스케줄링의 문제점 가운데 하나는 멀티미디어 정보를 가지고 있는 데이터 가운데 음성, 동영상 같이 실시간 처리를 요구하는 데이터에 대한 프로세스의 우선순위를 기존의 상용 운영체제방식과 같이 CPU 사용량에 따라 계산하여 CPU를 오래 점유한 프로세스의 우선순위를 낮추기 때문에 CPU 사용량이 많은 멀티미디어 프로세스의 우선순위를 낮추어 실시간 처리를 어렵게 하는 것이다. 이런 문제점을 해결하고 무선채널 점유시간과 CPU 할당을 잘 접목한 작업 스케줄링에 대한 알고리즘을 그림3과 같이 제안하고자 한다.

일정 수준 이상의 성능이 유지되는 경우 어느 정도의 전송 에러에 크게 영향을 받지 않는 실시간 트래픽 호와 전송 에러에 민감한 비실시간 트래픽 호 서비스를 동시에 수행하는 기지국에서 서비스 특성을 고려한 채널할당 방식을 제안한다. 부하가 적은 경우 모든 호를 소프트 핸드오프가 가능하도록 기본 CDMA 채널에 할당하고 트래픽 부하가 증가하여 주파수간 하드 핸드오프가 발생하는 경우에는 실시간 트래픽 호에 비해 비실시간 트래픽 호의 주파수간 하드 핸드오프가 적게 발생하도록 트래픽 채널을 할당한다. 주파수간 하드 핸드오프가 발생하지 않기 위해서는 인접 기지국에서 현재 이동국이 사용중인 동일 주파수 대역의 CDMA 채널을 서비스해야 하고 또한 해당 CDMA 채널의 유용한 트래픽 채널이 존재해야 한다. 위의 첫 번째 조건을 충족시키기 위해 신규호 비실시간 트래픽의 경우 모든 기지국이 단말기의 초기 포착을 위해 반드시 서비스해야 하는 기본 CDMA 채널에 우선적으로 할당하며, 두 번째 조건 충족시키기 위해 기본 CDMA에서 사용중인 채널수가 임계치 이상이면 기본 CDMA 채널의 트래픽 채널 사용권을 비실시간 트래픽 호에만 준다. 추가적으로 기본 CDMA 채널의 유용한 채널이 없는 경우에는 인접 셀의 사용 CDMA 채널을 조사하여 가장 많이 서비스하는 CDMA 채널에 호를 할당한다.

1) 트래픽 모델을 통해 들어오는 호의 종류를 판단하

여 핸드오프 호이면 사용 중인 CDMA 채널에 할당하고 신규호이면 채널 상태를 조사하여 기본 CDMA 채널에서 사용 중인 채널수가 임계치, 즉 기본 CDMA 채널에서 제공 가능한 최대 채널수에서 데이터 서비스에만 사용하도록 예약한 트래픽 채널수를 뺀 것보다 적으면 모든 호를 기본 CDMA 채널에 할당한다.

- 2) 기본 CDMA 채널의 사용 중인 트래픽 채널수가 임계치 이상인 경우, 신규 비실시간 트래픽 호만 기본 CDMA 채널에 할당하고 신규 실시간 트래픽 호의 경우는 기본 CDMA 채널외의 CDMA 채널에 할당한다.
- 3) 기본 CDMA 채널의 트래픽 채널이 모두 사용 중인 경우 인접 기지국에서 사용하는 CDMA 채널 중 가장 많이 서비스 중인 CDMA 채널에 신규호를 할당한다.

멀티미디어 트래픽 서비스는 음성뿐만 아니라 데이터, 동영상, 이미지 같은 다양한 형태의 서비스를 하기 때문에 매우 짧은 시간의 통화 서비스 중단으로 인한 정보의 손실과 전달 지연도 트래픽의 서비스 품질에 치명적인 영향을 끼칠 수 있다. 이러한 특성을 고려하여 그 셀에서 신규호로 발생하는 트래픽 서비스 보다 다른 셀로부터 들어오는 핸드오프 트래픽 서비스를 처리하는데 우선순위를 부여하여 처리함으로써 트래픽 서비스의 연속성과 가입자가 원하는 서비스 품질을 보장해 줄 수 있다.

제안된 방식은 보유된 채널과 큐를 가지고 우선순위를 가진 PRCQ(Priority with Reserved Channel and Queue)방식을 사용한다. 우선순위가 높다고 무조건 CPU를 할당한다면 다른 종류의 서비스를 받을 수 없기 때문에 매핑 알고리즘에 따라 네 가지 종류의 작업 스케줄링 할당 대상자가 결정되어 CPU가 할당되는 태스크 수를 n이라고 한다면 그 중에서 우선순위가 높은 핸드오프호의 실시간/비실시간 작업에 할당되는 태스크 수를 h라 하고 우선순위가 낮은 신규호는 n-h가 된다.

핸드오프호의 실시간 서비스는 모든 종류의 서비스 보다 최우선 순위를 두어야 함으로 통화 중인 상태에서 혹시라도 발생할 수 있는 호 절단률을 줄이기 위해 한정된 K개의 큐를 두도록 하였으며 큐에서 대기시간은 $TQ=(1/uQ)$ 의 지수분포를 가진다.

신규호가 발생했는데 CPU를 할당 받지 못했다면 블

록킹(Blocking)이 될 것이고 통화 중에 타 셀로 이동한 핸드오프호는 강제로 절단(Forced Termination) 된다.

네 가지로 분류된 각각의 동일한 조건의 서비스 종류에 대해서는 CPU를 할당할 단계가 되면 h개의 태스크와 n-h개의 태스크로 분류된다.

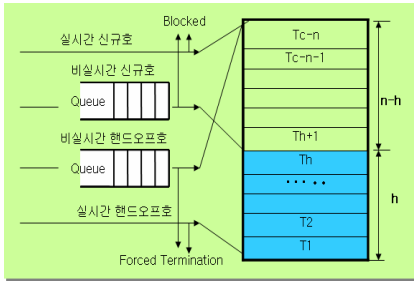


그림 3. 제안된 PRCQ 모델
Fig. 3 Proposed model for PRCQ

III. 시뮬레이션 및 분석

이동통신환경하에서는 채널이 무선이므로 확률 통계적으로 가정을 하며 시뮬레이션을 위해 일정한 파라미터들은 상수 값으로 고정시켰다. 또한 블러킹률과 강제 절단률 측면에서 제안된 PRCQ방식은 NPC(No priority Channel)방식과 PRC(Priority with Reserved Channel)방식을 비교하여 시뮬레이션 하였다[6].

<가정>

- 이동통신환경하에서 단말기의 속도와 방향은 $[0, V_{max}=120km]$ 와 $[0, 2\pi]$ 이며 동일한 분포를 가진다.
- 셀은 정육각형 모양이고 반경 R_{eq} 는 2km이며 19개의 셀이 있다고 가정하였다.
- 호의 평균 주기는 $1/\mu$ 이고 120초라고 가정한다.
- 핸드오프호를 위한 큐 크기 $K=10$, h 는 최대 60%를 가정한다.
- 음성호의 수는 20개, 데이터호의 수는 10~15개로, 음성 트래픽의 전송률은 12.2kbps로 하며 데이터 트래픽은 64kbps로 가정한다.

<분석결과>

그림 4는 할당된 전용 채널수(h)가 1일 때 신규호에

대한 블러킹율과 핸드오프호의 강제 절단율을 나타낸다. PRC나 PRCQ의 경우 h가 증가함에 따라 블러킹율이 증가하고 NPC의 경우는 상대적으로 낮아지는 것을 알 수 있다. 이것은 NPC의 경우 핸드오프호라고 우선 순위가 주어지지 않기 때문에 사용되지 않은 미리 할당된 전용채널이 있기 때문이고 큐가 주어지고 전용채널이 할당 될수록 블러킹율이 증가함을 알 수 있다. PRCQ의 블러킹율은 NPC보다 3~7% 높은 것을 알 수 있고 PRC보다는 2~5% 정도 높은 것을 알 수 있다.

그림 5는 할당된 전용 채널수(h)가 1일 때 핸드오프호에 대한 강제 절단율을 나타내며 h가 증가할수록 강제절단율은 낮아지며 PRCQ는 NPC나 PRC보다 낮다. 이는 전용채널수가 많이 할당되고 일정한 큐가 제공되었기 때문이며 NPC에 비해서는 20~30%, PRC에 비해서는 12~15% 감소함을 알 수 있다.

그림 4와 5의 결과를 보면 신규호의 블러킹율의 효과보다는 큐나 전용 채널이 미리 할당되고 핸드오프호(특히 실시간서비스)의 강제절단율을 낮추는 것이 전체 시스템의 성능을 향상시키는데 효율적임을 알 수 있다.

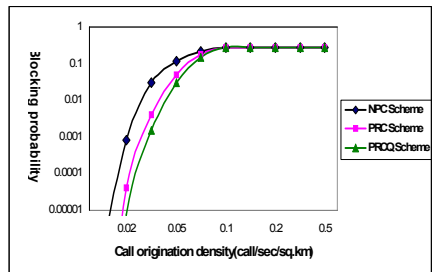


그림 4. h=1일 때 신규호에 대한 블러킹율
Fig. 4 Blocking probability of new traffic as the number of dedicated channel(h=1)

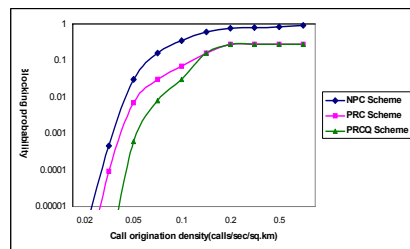


그림 5. h=1일 때 핸드오프호에 대한 강제절단율
Fig. 5 Forced termination probability of handoff traffic as the number of dedicated channel(h=1)

IV. 결 론

본 논문에서는 무선 이동망에서 요구되는 서비스의 트래픽과 호의 속성을 고려하여 채널 할당하는 부분, 작업 스케줄링하는 부분, 두 부분을 연결하는 매핑 부분으로 나누는 모델을 제시하고 각 부분에 대한 알고리즘을 제안하였다. 무선 환경에서의 채널 할당과 CPU 할당을 하는 일련의 상이한 모델 사이에서 전체 시스템의 성능을 향상시키는 매핑 부분의 알고리즘을 제시하고 각 알고리즘들이 일관성 있는 연관성으로 제시되었다.

또한 호의 종류를 상세히 분류하였고 각각의 호의 종류에 대해서도 블링킹률과 강제절단을 줄이는 효과를 거둘 수 있는 알고리즘으로 판단된다.

이를 증명하기 위하여 제안된 모델을 우선순위가 없는 방식과 큐는 없지만 전용채널을 가진 우선순위방식과 비교하여 시뮬레이션 하였다. 이로써 CPU가 일정한 시간 내에 서비스를 해주지 못할 블링킹률과 강제절단을 측면에서 보다 좋은 성능을 나타내었다.

참고 문헌

- [1] 은성배, 진성기, "상용 실시간 운영체제에서의 프로세스 스케줄링에 대한 고찰", 전자공학회지 Vol. 29, No. 9, 2002.
- [2] 이정훈, Felix M Villarreal, "멀티미디어 프로세스를 위한 개선된 EDF 스케줄링 방법", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, Vol. 25, No. 2, 1998.
- [3] 허보진, 손동철, 김창석, 이상용, "이동통신에서 멀티미디어 트래픽 속성에 따른 채널 할당 방식과 작업 스케줄링 기법", 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, Vol. 16, No. 4, 2006.
- [4] 권수근, 전형구, 김광식, 안지환, 조경록, "트래픽 특성을 고려한 CDMA 셀룰러 시스템에서의 채널 할당 방법".
- [5] 김광식, "CDMA 이동 네트워크에서 셀영역 분할에 기반한 채널할당 방법", 충북대학교 박사학위 논문, 2002.
- [6] 최성규, "DS-CDMA 셀룰러 시스템에서 멀티미디어 서비스를 위한 트래픽제어 기법 및 성능분석", 박사학위 논문, 2001.

저자 소개



손동철(Dong-cheul Son)

충북대 정보통신공학과 박사
백석대학교 정보통신학과 교수
※관심분야 : 정보통신, 지능시스템, 운영체제



김동현(Dong-hyun Kim)

1992년 광운대학교 공학석사
2002년 조선대학교 이학박사
1996년~현재 순천청암대학 부동산과 교수
벤처정보연구소장, 정보처리 기술지도사
※관심분야 : 컴퓨터응용, 디지털컨텐츠, 전자상거래, 부동산정보, 부동산조사분석

류충상(Chung-sang Ryu)

정보통신공학과 박사
전파연구소 공업연구원
1998년~현재 전파연구소 전파자원 연구
1997년 광운대학교 대학원 공학박사
1993년 광운대학교 대학원 공학석사
1990년 서울산업대학교 공학사
※관심분야 : 이동망, 주파수분배, 주파수정책