

# 이동통신에서 멀티미디어 트래픽 속성에 따른 채널 할당 방식과 작업 스케줄링 기법

## Channel Allocation Method and Job scheduling Scheme by Property of Traffic in Cellular Network

허보진\* · 손동철\*\* · 김창석\*\*\* · 이상용\*

Bo Jin Heo, Dong Cheul Son, Chang Suk Kim and Sang-Yong Lee

\* 공주대학교 컴퓨터공학과 (교신 저자)

\*\* 백석대학교 정보통신공학과

\*\*\*공주대학교 컴퓨터교육과

### 요 약

이동통신망에서 주파수라는 한정된 자원을 최적으로 활용하는 것은 중요한 일이며 멀티미디어 서비스를 제공하는 환경에서는 더욱 더 절실한 요소이다. 또한 이런 서비스 요구에 따라 기지국이나 단말기에서 작업 스케줄링을 어떻게 하느냐 하는 것도 전체 시스템의 성능을 평가하는 중요한 요소이다. 이동망에서 서비스 별 채널할당은 핸드오프가 일어나는 시점에 빈번히 일어나며 전체 시스템에 큰 영향을 주게 된다. 본 논문에서는 음성과 데이터 호를 동시에 서비스하는 CDMA 셀룰러 시스템에서 핸드오프를 중점으로 멀티미디어 서비스 트래픽 특성을 고려한 주파수할당과 작업 스케줄링이라는 두 가지 요소를 접목하는 방법론을 모델화하고 알고리즘을 제시한다.

키워드 : CDMA 이동망, 멀티미디어 서비스, 작업 스케줄링.

### 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. Also, that do that make job scheduling how base station system or terminal according to this service request is important constituent that evaluate performance of whole system. channel allocation according to service kind causes big effect to whole system when hand off gets up in cellular network. 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.

Key words : CDMA cellular system, multimedia service, job scheduling

### 1. 서 론

최근 정보통신 기술의 발전에 따라 이동통신은 기존의 음성 신호 위주의 서비스에서 음성, 데이터, 이미지, 동영상 등 다양한 멀티미디어 서비스를 포함하는 통합 서비스(integrated service) 통신망으로 확장되고 있다.

다양한 응용을 포함하는 무선 멀티미디어 서비스를 지원하기 위해서는 제한된 무선자원을 서비스별로 요구되는 서비스 품질(QoS: Quality of Service)을 고려하여 할당하는 것이 필요하다. 또한 멀티미디어 정보는 서비스에 따라 정해진 시간 내에 처리되어야만 의미를 갖는 실시간 처리를 요구하며, 한순간에 처리되어야 할 정보량이 기존에 다루던 정보에 비하여 월등히 많으며, 정보저장이 연속적으로 이루어져야 한다.

서비스 품질(QoS) 지원을 위해 이동망에서 해결해야 할

중요한 문제 중 하나는 패킷 스케줄링으로, 패킷 레벨에서의 대역할당과 멀티 플렉싱을 위한 메커니즘을 제공한다. 이동통신망은 사용 가능한 자원이 한정되어 있고 한정된 자원을 여러 사용자가 나누어 써야 하기 때문에 스케줄링을 통한 자원의 효율적인 분배가 매우 중요하다. 또한 멀티미디어 태스크들은 처리하고자 하는 데이터의 규모에 따라 실행시간이 가변적이기 때문에 최악의 실행시간을 기반으로 하는 실시간 스케줄링 기법을 적용하여 CPU 대역폭의 낭비를 막고 자원의 활용도를 높여 효율적으로 스케줄링을 할 수 있는 기법이 필요하다. 멀티미디어 데이터들은 특성에 따라 엄격한 에러 제어를 요구하는 정적 특성의 데이터와 실시간 전송을 요구하는 동적 특성의 데이터 두 가지로 분류된다. 텍스트, 이미지 데이터와 같은 정적인 데이터의 경우 시간의 흐름에는 민감하지 않으나 완벽한 에러제어를 요구한다. 반면에 음성 및 동영상과 같은 동적인 데이터는 에러제어에 느슨한 반면, 실시간성 및 연속성을 요구하므로 빠른 전송을 필요로 할 뿐 아니라 각 데이터간의 동기에도 신경을 써야 한다.

그러므로 멀티미디어 응용을 지원하기 위한 운영체제는

접수일자 : 2006년 3월 14일

완료일자 : 2006년 7월 28일

2. 본 론

동적이며 선점 가능한 실시간 스케줄링 기능을 제공해야 한다. 현재 수행중인 태스크 보다 긴급한 태스크가 도착했을 때 더 긴급한 태스크를 수행시키기 위하여 선점이 필요하고, 데이터를 처리할 때 제한된 시간 내에 태스크를 수행해야 하며, 동적인 스케줄링은 현재의 부하 상태를 고려하여 태스크의 스케줄링을 결정하기 위하여 필요하다.

CDMA 이동망은 현재 음성서비스 위주방식에서 단문서비스와 같은 데이터서비스 같은 비음성 트래픽 서비스 방식으로 진화되고 있으며 곧 동영상상을 포함하는 다양한 특성을 갖는 멀티미디어 트래픽 위주의 서비스 방식으로 발전하게 될 것이다. 이동통신망에서 멀티미디어 트래픽 서비스를 제공하기 위해서는 제한된 채널을 트래픽 특성에 따라 할당하는 방법이 필요하고, 특히 채널의 사용량이 임계치에 도달하게 되면 이동 가입자가 요구하는 멀티미디어 트래픽 서비스가 연속성과 서비스품질(QoS)을 보장할 수 없는 상황이 발생하기 때문에 이런 경우 적절한 무선 채널의 할당은 시스템의 성능과 직결된다. 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 트래픽제어 기법이 이동망에서는 필요하게 된다.

본 논문에서는 CDMA 이동망에서 멀티미디어 서비스 요구에 따른 주파수 할당과 실제 기지국이나 단말기에서 서비스별로 CPU를 어떻게 할당할 것인가 하는 작업 스케줄링에 관계된 것을 연관시켜 보는 시도 측면에서 기술되었다. 멀티미디어 서비스 중 이미지와 데이터 속성과 음성과 영상의 속성을 우선 영상과 이미지를 고려하지 않고, 서비스 속성을 대표하는 음성 및 데이터 호를 동시에 서비스하는 기지국에서, 서비스요구에 의한 주파수 할당을 효율적으로 하고 그 알고리즘에 의해 CPU 처리 속도를 높이기 위한 두 가지 다른 환경을 접목하는 모델과 방법론을 제공한다. CDMA 이동망에서 채널할당은 이동국의 이동에 의한 핸드오프 발생시에러에 민감한 데이터 호에 대한 주파수간 하드 핸드오프 에러확률을 감소시켜 데이터서비스의 성능을 개선하기 위한 채널할당 방식을 제안하고 음성과 데이터 호를 포함한 기지국의 트래픽을 모델링하고 이에 따라 해석적 방법으로 제안된 작업 스케줄링 알고리즘을 제안한다.

멀티미디어 서비스 중 실시간 트래픽 속성을 가진 음성과 비실시간 트래픽 속성을 가진 데이터를 기준으로 무선채널할당을 위한 트래픽 모델은 다양하게 있을 수 있으나 영역대 영역 예측모델을 이용한다.

멀티미디어서비스요구에 의한 호가 발생하여 채널할당 방식으로 할당된 채널을 점유한 시간이 한 서비스가 무선주파수를 사용한 시간이 된다. 일반 작업 스케줄링에서는 태스크 요구시간이 길더라도 그 시간만큼 CPU가 연속적으로 할당되는 것이 아니라 알고리즘에 의한 방법으로 제공되지만 무선 주파수 같은 경우 한번 배당된 채널은 서비스가 종료될 때 까지 할당되어야 한다.

이러한 무선환경이라는 채널 할당과 CPU 스케줄링을 잘 접목(Mapping)시키는 것이 시스템의 성능을 높이는 데 중요하다.

본 논문에서는 이런 접목을 위해 무선 채널할당을 위한 트래픽 모델을 제시하고 할당 알고리즘을 제안하고 접목 방법을 제시하고 스케줄링 방법을 제시한다.

2.1 무선 채널 할당을 위한 트래픽 모델

셀은 반경이 R인 정육각형 셀과 면적이 동일한 반경이  $R_{eq}$ 인 원으로 가정하며  $R_{hout}$ 은 셀프 셀의 핸드오프 추가(Add)영역이고  $R_{hin}$ 은 인접 셀의 핸드오프 추가 영역이다. 호발생은 포아송 과정을 따르며 셀 내에 균일하게 분포되어 있다고 가정한다.

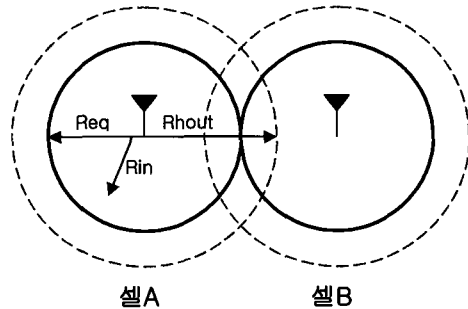


그림 2. 핸드오프 환경

Fig. 2. Hand-off environment

호는 발생 위치에 따라 세 종류로 분류된다. 첫째 셀내 ( $R_{eq}$  내)에서 발생하는 신규 호이고, 둘째 핸드오프 영역 ( $R_{hout}$ 과  $R_{eq}$  사이)에서 발생하는 핸드오프호로 영역에서 발생하는 호는 인접 셀에서 신규 호가 성공하는 즉시 셀프 셀의 핸드오프호로 발생한다. 세 번째 호는 셀 외부( $R_{hout}$  외부)에서 발생하여 이동국의 이동에 따라 핸드오프되는 유입호이다.

· 신규 호

단위 시간당 반지름  $R_{eq}$ 인 셀 내에서 발생하는 신규 호를  $\lambda_n$ , 전체 신규 호 중 비실시간 트래픽 호의 비를  $\phi$ 라 정의하면 신규 실시간 트래픽 호  $\lambda_{nv}$  와 신규 비실시간 트래픽 호  $\lambda_{nd}$  는

$$\lambda_{nv} = (1 - \phi)\lambda_n \tag{1}$$

$$\lambda_{nd} = \phi\lambda_n$$

이며 이들은 모두 기본 CDMA 채널의 부하로 작용한다. 호

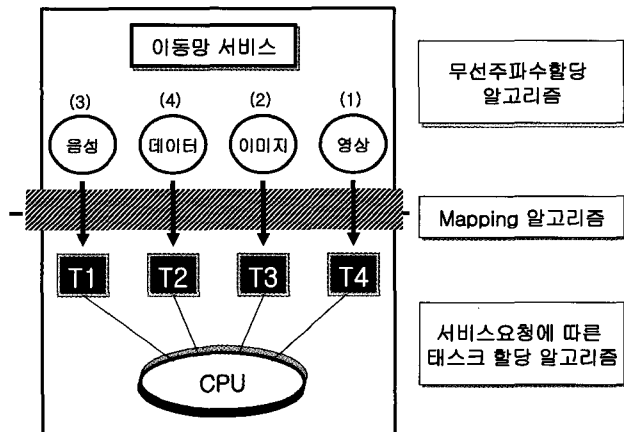


그림 1. 채널할당과 작업 스케줄링 접합을 위한 모델  
Fig. 1. Mapping model for channel allocation and job scheduling

가 성공적으로 수행되어 기본 CDMA 채널을 점유하는 실시간 트래픽 호와 비실시간 트래픽 호의 트래픽  $\lambda_{mc}$ ,  $\lambda_{nc}$ 는 실시간 트래픽 호의 기본 CDMA 채널 할당 확률이 Pd인 경우 아래 식과 같다.

$$\begin{aligned} \lambda_{mc} &= (1-\phi)\lambda_n P_v \\ \lambda_{nc} &= \phi\lambda_n P_d \end{aligned} \quad (2)$$

· 핸드오프 영역에서의 발생 호

Req와 Rhout내에서 발생하는 핸드오프호  $\lambda_{hl}$ 는 인접셀에서 신규 호가 설정됨과 동시에 핸드오프호로 발생된다. 이 영역에서 발생하는 호는 인접 셀에서 신규 호가 성공해야 하며 또한 기본 CDMA 채널을 할당받아야만 셀프 셀의 기본 CDMA 채널에 부하로 주어지는 음성 핸드오프호 발생률  $\lambda_{hlv}$  와 데이터 핸드오프 호 발생률  $\lambda_{hld}$ 는 Req, Rhout 사이에서 발생하는 신규호 발생률과 인접 셀에서 호가 기본 CDMA 채널에 할당된 확률 Pv 또는 Pd 곱으로 표현된다.

$$\begin{aligned} \lambda_{hlv} &= \frac{(R_{hout}^2 - R_{eq}^2)}{R_{eq}^2} (1-\phi)\lambda_n P_v \\ \lambda_{hld} &= \frac{(R_{hout}^2 - R_{eq}^2)}{R_{eq}^2} \phi\lambda_n P_d \end{aligned} \quad (3)$$

$\lambda_{hlv}$ ,  $\lambda_{hld}$  중 핸드오프 절차가 성공적으로 수행되어 기본 CDMA 채널을 점유하는 트래픽 부하는 신규호에서와 동일하게 호발생률  $\lambda_{hlv}$ ,  $\lambda_{hld}$ 와 Pv, Pd의 곱으로 표현된다. 따라서 기본 CDMA 채널에 성공적으로 할당되는 실시간 트래픽 호  $\lambda_{h1vc}$  와 비실시간 트래픽 호  $\lambda_{h1dc}$ 는 식 (4)와 같다.

$$\begin{aligned} \lambda_{h1vc} &= \lambda_{hlv} \cdot P_v = \frac{(R_{hout}^2 - R_{eq}^2)}{R_{eq}^2} (1-\phi)\lambda_n P_v^2 \\ \lambda_{h1dc} &= \lambda_{hld} \cdot P_d = \frac{(R_{hout}^2 - R_{eq}^2)}{R_{eq}^2} \phi\lambda_n P_d^2 \end{aligned} \quad (4)$$

· 셀 외부에서 유입되는 호

이동통신 서비스 영역내에서의 신규 호 발생률이 전체 영역에 균일하게 분포하였다고 가정하면 특정 셀에서 유입되는 호와 그 셀에서 방출되는 호는 흐름 보존 법칙(flow conservative law)에 따라 동일하다고 볼 수 있다. 따라서 Rhout로 유입되는 핸드오프 호  $\lambda_{h2}$ 는 단위 면적당 호 밀도가  $\rho$ , 셀의 둘레가 L, 이동국의 평균속도가  $V_{mean}$ 이면 다음 식과 같다.

$$\lambda_{h2} = \frac{\rho V_{mean} L}{\pi} = \frac{\rho V_{mean} (2\pi R_{hout})}{\pi} = 2\rho V_{mean} R_{hout} \quad (5)$$

핸드오프시 채널할당은 이동국이 사용하는 CDMA 채널을 우선 할당하므로 유입호  $\lambda_{h2}$  중 기본 CDMA 채널에 주어지는 부하는 기본 CDMA 채널을 사용중 호이다. 그리고 핸드오프 호의 발생률은 호 지속시간( $1/\mu_M$ ), 셀 반경( $R_{hout}$ ), 이동 속도(V)의 함수이며 실시간 트래픽 호와 비실시간 트래픽 호의 지속시간, 이동속도가 동일하다고 가정하면 유입되는 핸드오프 호의 비실시간 트래픽 호 비는 신규 호의 경우와 동일하다. 따라서 기본 CDMA 채널에 부하로 주어지는 음성(실시간) 및 비실시간 트래픽 호의 유입되는 핸드오프 호 발생률은 아래와 같다.

$$\lambda_{h2v} = 2\rho v V_{mean} R_{hout} = 2 \frac{(1-\phi)(\lambda_n + \lambda_{hl} P_v) P_v}{\mu_M \pi R_{hout}} V_{mean} \quad (6)$$

$$\lambda_{h2d} = 2\rho d V_{mean} R_{hout} = 2 \frac{\phi(\lambda_n + \lambda_{hl} P_d) P_d}{\mu_M \pi R_{hout}} V_{mean} \quad (7)$$

유입되는 핸드오프 호중 기본 CDMA 채널을 점유하는 호는 신규 호에서와 동일하게 호의 발생률  $\lambda_{h2v}$ ,  $\lambda_{h2d}$  과 실시간 트래픽 호가 기본 CDMA 채널에 할당될 확률 Pd를 곱한 값이 된다.

$$\lambda_{h2vc} = \lambda_{h2v} \cdot P_v = 2 \frac{(1-\phi)(\lambda_n + \lambda_{hl} P_v) P_v^2}{\mu_M \pi R_{hout}} V_{mean} \quad (8)$$

$$\lambda_{h2dc} = \lambda_{h2d} \cdot P_d = 2 \frac{\phi(\lambda_n + \lambda_{hl} P_d) P_d^2}{\mu_M \pi R_{hout}} V_{mean} \quad (9)$$

2.2 채널 점유 시간 (Channel Holding Time)

셀룰러 시스템에서 이동국이 채널을 점유하기 위해서는 호 발생 후 해당 셀내 머물러야 하고 또한 호가 지속되어야 하는 조건을 동시에 만족해야 한다. 따라서 채널 점유 시간은 신규 호 또는 핸드오프에 의한 호 발생후 이동국이 셀내 머무를 시간과 통화가 지속될 시간중 적은 값이 된다. 이동국의 셀내 체류 시간은 호 발생 영역에 따라 신규 호, 핸드오프 영역에서 발생한 핸드오프 호 및 유입되는 핸드오프 호등 세 종류로 나누어 구할 수 있다. 이중 신규 호 영역과 핸드오프 영역에서 발생한 호의 셀내 체류 시간은 셀내 체류시간 관점에서 보면 구별이 불필요하므로 동일하게 취급할 수 있다. 이렇게 하면 기존의 하드 핸드오프 모델에서 사용하는 방식과 동일하게 핸드오프 영역 Rhout를 기준으로 내부에서 발생하는호와 영역외에서 발생하여 유입되는 호등 두 종류로 분류하여 계산 할 수 있다. 핸드오프 영역내에서 발생한 신규 호와 핸드오프 호가 핸드오프를 포함한 셀영역내 체류 시간을 확률 변수 Tin 이라하고 유입되는 호의 셀내 체류 시간을 확률 변수 Tout 라고하면 각각의 pdf와 cdf는 아래식과 같다.

$$\begin{aligned} fTin(t) &= \frac{8R_{hout}}{3V_{max}\pi t^2} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{tV_{max}}{2R_{hout}}\right)^2} \right] \\ &\text{for } 0 \leq t \leq \frac{2R_{hout}}{V_{max}} \end{aligned} \quad (10)$$

$$= \frac{8R_{hout}}{3V_{max}\pi t^2} \quad \text{for } t \geq \frac{2R_{hout}}{V_{max}}$$

$$\begin{aligned} fTin(t) &= \frac{4R_{hout}}{\pi V_{max}t^2} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{V_{max}}{2R_{hout}}\right)^2} \right] \\ &\text{for } 0 \leq t \leq \frac{2R_{hout}}{V_{max}} \end{aligned} \quad (11)$$

$$= \frac{4R_{hout}}{V_{max}\pi t^2} \quad \text{for } t \geq \frac{2R_{hout}}{V_{max}}$$

$$\begin{aligned} FTin(t) &= \frac{2}{\pi} \arcsin\left(\frac{V_{max}t}{R_{hout}}\right) - \frac{4}{3\pi} \tan\left[\frac{1}{2} \arcsin\left(\frac{V_{max}t}{2R_{hout}}\right)\right] \\ &+ \frac{1}{3\pi} \sin\left[2 \arcsin\left(\frac{V_{max}t}{2R_s}\right)\right], \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{for } 0 \leq t \leq \frac{2R_{hout}}{V_{max}} & (12) \\ & = 1 - \frac{8R_{hout}}{3\pi V_{max}t} & \text{for } t \geq \frac{2R_{hout}}{V_{max}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{T_{out}}(t) &= \frac{2}{\pi} \arcsin\left(\frac{V_{max}t}{2R_{hout}}\right) - \frac{2}{\pi} \tan\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{V_{max}t}{2R_s}\right)\right] \\ & \text{for } 0 \leq t \leq \frac{2R_{hout}}{V_{max}} & (13) \\ & = 1 - \frac{4R_{hout}}{\pi V_{max}t} & \text{for } t \geq \frac{2R_{hout}}{V_{max}} \end{aligned}$$

실시간 트래픽 호 및 비실시간 트래픽 호의 평균 호 지속 시간을  $T_M$  이라하고  $T_M$ 의 분포가 평균이  $1/\mu_M$  인 지수분포라하면  $T_M$ 의 pdf와 cdf는 식(14)와 같다.

$$\begin{aligned} f_{T_M}(t) &= \mu_M e^{-\mu_M t} & (14) \\ F_{T_M}(t) &= 1 - e^{-\mu_M t} \end{aligned}$$

위 식으로부터 신규 호와 핸드오프 영역내에서 발생한 핸드오프 호의 채널 점유시간  $T_{Hin}$ , 유입되는 호의 채널 점유시간  $T_{Hout}$ 은 식 (15)와 같다.

$$\begin{aligned} T_{Hin} &= \min(T_M, T_{in}) & (15) \\ T_{Hout} &= \min(T_M, T_{out}) \end{aligned}$$

$T_{Hin}, T_{Hout}$ 의 cdf는

$$\begin{aligned} F_{T_{Hin}}(t) &= F_{T_M}(t) + F_{T_{in}}(t)(1-F_{T_M}(t)) & (16) \\ F_{T_{Hout}}(t) &= F_{T_M}(t) + F_{T_{out}}(t)(1-F_{T_M}(t)) \end{aligned}$$

이 된다. 위 식으로부터 전체 호의 평균채널 점유 시간  $T_H$ 의 cdf는 식 (17)과 같고 식 (17)에 식 (14), (16)을 적용하면 식 (18)이 된다.

$$F_{T_H}(t) = \frac{\lambda_{nc} + \lambda_{h1c}}{\lambda_{nc} + \lambda_{h1c} + \lambda_{h2c}} F_{T_{Hin}} + \frac{\lambda_{h2}}{\lambda_{nc} + \lambda_{h1c} + \lambda_{h2c}} F_{T_{Hout}} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} F_{T_H}(t) &= 1 - e^{-\mu_M t} + e^{-\mu_M t} \left( \frac{\lambda_{nc} + \lambda_{h1c}}{\lambda_{nc} + \lambda_{h1c} + \lambda_{h2c}} F_{T_{in}}(t) \right. \\ & \quad \left. + \frac{\lambda_{h2}}{\lambda_{nc} + \lambda_{h1c} + \lambda_{h2c}} F_{T_{out}}(t) \right) & (18) \end{aligned}$$

$T_H$ 는 계략적으로 지수분포를 가지며 지수분포는 평균에 의해 표시되므로 평균 채널 점유시간  $\overline{T_H}(=1/\mu_H)$ 는 아래의 식으로 구할 수 있다.

$$\int_0^x (F_{T_H}(t) - e^{-\mu_H t}) dt = 0 \quad (19)$$

### 2.3 제안된 채널 할당 알고리즘

트래픽모델에서 채널 할당 알고리즘은 채널을 할당하는데 있어서 가장 영향을 끼치는 핸드오프를 중점적으로 분석하여 제안된다.

#### 2.3.1 소프트 핸드오프와 하드 핸드오프

CDMA 기지국은 1.23MHz 주파수대역이 CDMA 채널을 다수개 사용할 수 있으며 단말의 초기포착(Acquisition)을 위하여 반드시 기본(Primary) CDMA 채널을 포함해야한다. 기지국은 그림 2에서 보는 바와 같이 트래픽 환경에 따라 필요한 수 만큼의 CDMA 채널을 사용한다. 이와 같은 CDMA 셀 환경에서 기지국간 핸드오프시 현재 호가 상용중인 CDMA 채널이 인접 기지국에서 서비스되지 않거나 해당 CDMA 채널의 가용 트래픽 채널이 없는 경우 주파수간 하드 핸드오프가 발생한다.

그림2의 셀 A에서 셀 B로 이동국이 서비스 상태에서 이동하는 경우 이동국이 상용중인 CDMA 채널과 동일 주파수대역의 트래픽 채널을 기지국 B에서 제공 가능한 경우 소프트 핸드오프가 발생한다. 소프트 핸드오프시 이동국이 셀 B 영역으로 이동하여 인접 셀의 소프트핸드오프 Add 영역인  $R_{hin}$ 에 접근하면 기지국 B와도 통신로가 설정되어 기지국 A와의 접속이 종료되는 셀프 셀의 소프트 핸드오프 Drop 영역인  $R_{hout}$ 까지는 두 기지국과 동시에 통신로가 설정된다.

이때 이동국과 기지국 셀렉터는 양 통신로로 수신한 데이터 중 양호한 데이터를 사용하여 원래 신호를 복원한다. 반면 이동국이 기지국 A에서 기지국 B로 이동시 기지국 B에서 현재 이동국이 사용 중인 CDMA 채널로 서비스 제공이 불가능한 경우 Req 지점까지는 기지국 A와만 통신이 수행되고 Req 지점에서 기지국 A와의 접속이 절단되면서 기지국 B와 재 연결되는 하드 핸드오프가 발생한다.

#### 2.3.2 제안된 채널 할당 알고리즘

본 논문에서는 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 채널 할당 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 상용중인 동일 주파수 대역의 CDMA 채널을 서비스해야 하고 또한 해당 CDMA 채널의 유용한 트래픽 채널이 존재해야 한다. 위의 첫째 조건을 충족시키기 위해 신규 비실시간 트래픽 호의 경우 모든 기지국이 단말의 초기 포착을 위해 반드시 서비스해야 하는 기본 CDMA 채널에 우선적으로 할당하며, 둘째 조건을 위해 기본 CDMA에서 상용중인 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) 호가 발생하면 신규 호인지 핸드오프 호인지를 판단하여 핸드오프 호이면 상용중인 CDMA 채널에 할당하고 신규 호이면 채널 상태를 조사하여 기본 CDMA 채널에서 상용중인 채널 수가 임계치 즉 기본 CDMA 채널에서 제공 가능한 최대 채널 수에서 데이터 서비스에만 사용하도록 예약한 트래픽 채널 수를 뺀 것보다 적으면 모든 호를 기본 CDMA 채널에 할당한다.

2) 기본 CDMA 채널의 상용중인 트래픽 채널 수가 임계

치 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 사용중인 경우 인접 기지국에서 사용하는 CDMA 채널 중 가장 많이 서비스 중인 CDMA 채널에 신규 호를 할당한다.

### 3. 주파수 할당과 작업작업 스케줄링 접목을 위한 알고리즘

멀티미디어 트래픽 서비스는 음성뿐 만아니라 데이터, 영상, 이미지 같은 다양한 형태의 서비스를 하기 때문에 매우 짧은 시간의 통화 서비스 중단으로 인한 정보의 손실과 전달 지연도 트래픽의 서비스품질에 치명적인영향을 피할 수 있다. 이러한 특성을 고려하여 그 셀에서 발생하는 신규 호로 발생하는 트래픽 서비스 보다 다른 셀로부터 들어오는 핸드오프 트래픽의 서비스를 처리하는데 우선순위를 부여하여 처리함으로써 트래픽 서비스의 연속성과 가입자가 원하는 서비스질을 보장해 줄 수 있다. 이를 위해 매핑 알고리즘 영역에서는 큐잉우선순위방식에 의한 트래픽 제어를 한다. 신규 호에 대해서는 큐를제공하지 않고 핸드오프 호에만 큐를 제공한다. 핸드오프 호가 증가하여 큐 용량을 넘게되면 가장 높은 우선순위를 갖게 되며 그다음 큐에 저장된 핸드오프 호, 신규 호 순서를 따른다. 신규 호가 발생시 할당되는 채널이 없을 경우 CPU 할당을 받을 수 없으며 핸드오프 경우 최우선순위가 주어졌음에도 할당받을 수 없을 경우 강제로 종료시켜 CPU 할당을 받을 수 없다.

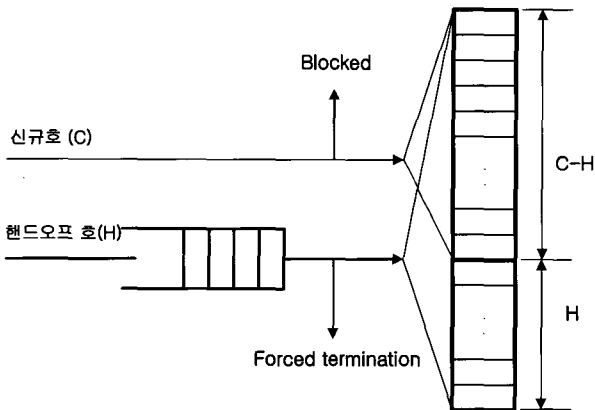


그림 3. 큐잉우선순위 방식에 의한 트래픽제어  
Fig. 3. Traffic control by queuing priority method

채널 할당된 정보가 CPU할당을 위해 작업 스케줄링 단계로 넘어가기 위해서는 서비스별 우선순위가 필요하며 우선순위를 결정하는 요소는 다음과 같다.

- 멀티미디어 서비스종류(실시간트래픽 여부)
- CPU 할당을 위한 우선순위
- 기타 지역에 따른 무선요구 환경 등(표 1)

매핑영역에서 작업 스케줄링 영역으로 전송시 파라미터는 다음과 같다

$$\text{Mapping Function} = F( T, P, G)$$

for T : 무선채널할당점유시간

- P : 서비스속성을 고려한 우선순위
- G : 지역특성등 기타 항목

표 1. 호의 종류와 서비스 속성에 따른 우선순위  
Table 1. Priority by signals and traffic services

호의 종류	서비스 속성	우선순위
신규 호	실시간 트래픽 서비스	P4
	비실시간 트래픽 서비스	P3
핸드오프 호	실시간 트래픽 서비스	P2
	비실시간 트래픽 서비스	P1

### 4. 작업 스케줄링 알고리즘

실시간 시스템이란 정해진 마감시간 내에 응답을 생성하는 컴퓨터 시스템을 말하며 태스크 스케줄링이란 실행해야 할 임의의 태스크 집합에 대해서 이용 가능한 컴퓨터 자원(프로세서, 메모리, 등등)을 이용하여 태스크가 가지는 요구 조건을 만족시키면 실행할 수 있는 순서를 정하는 일련의 과정이라고 할 수 있다. 각각의 태스크가 가지는 요구 조건은 여러 가지 항목이 있으나, 특히 실시간 시스템에서는 그것들이 실행을 종료되어야 하는 시점이 매우 중요하다. 이 종료시점을 태스크의 마감시간이라고 한다. 태스크 집합이 적절한 스케줄링 알고리즘에 의해서 마감시간을 준수하면서 실행할 수 있으면 이 태스크 집합은 수행가능(feasible)하다고 말한다. 실시간 시스템에서 태스크가 요구하는 마감시간을 만족시키기 위한 많은 알고리즘들이 기존에 제시되었다.

기존의 OS가 가지고 있는 중요 문제점은 멀티미디어 정보를 가지고 있는 데이터 가운데 음성, 동영상(비디오), 사운드(오디오)와 같이 실시간 처리를 요구하는 데이터를 처리하는 것이다.

기존의 CPU 스케줄링에 있어서 문제점은 프로세스의 우선순위를 CPU 사용량에 따라 계산하여 CPU를 오래 점유한 프로세스의 우선순위를 낮추기 때문에 CPU 사용량이 많은 멀티미디어 프로세스의 우선순위를 낮추어 실시간 처리를 어렵게 하는 것이다. 실시간 프로세스를 위한 CPU 스케줄링 알고리즘으로 상용 운영체제에서는 고정우선순위 기반의 선점 스케줄링 기법을 사용하고 있는데 이는 대부분의 중요 태스크들이 주기적이고 선점적이며 단일 프로세서 상에서 수행된다는 가정에 바탕을 둔다. 실시간 프로세서 CPU 스케줄링 알고리즘은 EDF (Earlist Deadline First), RM(Rate Monotonic), LLF(Least Laxity First)등이 있는데 본 고에서는 환경특성상 일단계에서는 RM방식을 이단계 방식에서는 EDF의 hybrid방식을 사용하는 스케줄링 방식을 제안하고자 한다.

#### 4.1 단계별 스케줄링방법 적용

- 1단계 스케줄링 알고리즘

주기단조(RM: Rate Monotonic) 스케줄링 알고리즘은 상용 실시간 운영체제에서 가장 보편적으로 사용되고 있다. RM 알고리즘은 하나의 프로세서(uni-processor) 상에서 고정된 우선권을 가지는 프로세스들에 대한 선점 방식의 스케줄링 알고리즘이다. 이 알고리즘은 태스크의 주기가 짧을수록 높은 우선순위를 할당하는 스케줄링 방식이다.

만일 스케줄되어질 태스크들의 총 이용률(U: utilization)

이  $n(2^{\frac{1}{n}} - 1)$ 보다 크지 않으면 이 감시간을 준수하면서 스케줄 될 수 있다. 이때  $n$ 은 스케줄 되어질 태스크들의 개수이다. 여기서  $n \rightarrow \infty$ 이면,  $n(2^{\frac{1}{n}} - 1)$ 의 값은 0.693으로 수렴한다[3].

$$U = \frac{e_1}{P_1} + \frac{e_2}{P_2} + \frac{e_3}{P_3} + \dots + \frac{e_n}{P_n} +$$

$$= \sum_{i=1}^n \left(\frac{e_i}{P_i}\right) \leq n(2^{\frac{1}{n}} - 1)$$

RM 알고리즘은 결과 그 총 이용률이 0.693이하일 때 가장 작은 주기를 가지는 태스크들에 가장 높은 우선권을 할당되면 모든 태스크들의 마감시간을 준수하면서 스케줄 가능하다는 것을 보장한다.

실시간 서비스와 비실시간서비스간의 트래픽 속성을 보면 주기적인 측면에서 비실시간서비스가 우선권을 가지게 된다. 이러한 주기가 짧은 태스크가 우선순위를 갖는다면 멀티미디어 서비스 요구시 비 실시간 서비스는 실시간 서비스보다 상대적으로 주기가 짧으므로 맵핑부분에서 전달되는 파라미터 중 T에 관한 사항은 RM 스케줄기법으로 일차 스케줄링을 한다.

· 2단계 알고리즘

EDF(Earliest Deadline First) 알고리즘은 마감시간이 가까운 태스크를 우선 스케줄링 한다는 직관을 알고리즘화한 것이다. EDF는 현재 준비상태에 있는 태스크들 중에서 마감시간이 가장 짧은 태스크를 선택하여 수행한다. 태스크들의 우선순위가 시간이 흐름에 따라 동적으로 변화하므로 동적 우선순위 기반 알고리즘이라고도 불린다. RM 알고리즘의 경우 우선순위가 한번 부여되면 더 이상 변하지 않는 고정 우선순위 방식이므로 이에 비교된다.

매핑 부분에서 전달되는 함수 F의 파라미터 요소 T를 이용하여 그룹 태스크에 해당하는 서비스별 태스크에 관한 스케줄링이 정해진 후 태스크가 수행이 되면 산발적 태스크들이 많이 불규칙하게 생성된다. 이런 경우 태스크들의 수행시간과 마감시간, 주기 등을 정확히 예측할 수 없으므로 이 경우에는 EDF를 응용한 알고리즘을 채택한다.

4.2 제안된 스케줄링 알고리즘

스케줄링 부분에서 제안된 모델은 매핑 단계에서 전달되는 함수의 매개변수 중 T요소로서 태스크가 생성된다. 이 태스크는 서비스속성에 따라 우선순위(P)에 따라 스케줄링되며

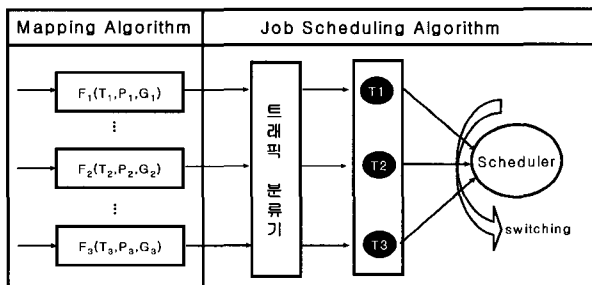


그림 4. 제안된 스케줄링 모델  
Fig. 4. Proposed scheduling model

각각의 태스크는 크게 그룹 성격의 태스크이므로 CPU를 배당 받으면 산발적인 많은 태스크들이 생성될 것이다. 이 경우에는 이 단계에서의 스케줄링 방식이 적용되도록 한다.

5. 결 론

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

여기서 제안된 모델은 다른 이동망 시스템에서 멀티미디어 서비스를 분석할 때 모델과 알고리즘을 활용할 수 있으며, 향후 연구과제로는 세 영역의 알고리즘을 수식화하여 시뮬레이션을 통한 성능분석을 하는 것이다.

참 고 문 헌

- [1] R. M. Tong, "The Evaluation of Fuzzy Models Derived from Experimental Data," Fuzzy Sets and Systems, Vol. 4, pp. 1-12, 1980.
- [2] 권수근, 전형구, 김광식, 안지환, 조경록, "트래픽 특성을 고려한 CDMA 셀룰러 시스템에서의 채널 할당 방법"
- [3] 김광식, "CDMA 이동 네트워크에서 셀영역 분할에 기반한 채널할당 방법", 충북대학교 박사학위 논문, 2002.
- [4] 은성배, 진성기, "상용 실시간 운영체제에서의 프로세스 스케줄링에 대한 고찰", 전자공학회지 제 29권 제 9호, 2002.
- [5] 이정훈, Felix M Villarreal, "멀티미디어 프로세스를 위한 개선된 EDF 스케줄링 방법", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집 Vol.25, No.2, 1998.

저 자 소 개



허보진(Bo Jin Heo)  
1999년 : 목원대 정보통신공학과 졸업  
2004년 : 공주대 컴퓨터과학과 석사  
2002년~현재 공주대학교 컴퓨터  
공학과 박사과정

관심분야 : 인공지능, 인터넷, 모바일 통신  
E-mail : bobe04@kongju.ac.kr



**손동철(Dong Cheul Son)**

1983년 : 경북대 전자공학과 졸업  
1985년 : 경북대 전자공학과 석사  
2001년 : 충북대 정보통신공학과 박사  
1985년~1998년 : ETRI 선임연구원  
2002년~현재 : 천안대학교 정보통신  
공학과 교수

관심분야 : 정보통신, 지능시스템, OS  
E-mail : dcson@baekseok.ac.kr



**김창석(Chang Suk Kim)**

1983년 : 경북대 전자공학과 졸업  
1990년 : 경북대 전자공학과 석사  
1994년 : 경북대 컴퓨터공학과 박사  
1983년~1994년 : ETRI 선임연구원  
1998년~현재 : 공주대학교 컴퓨터  
교육과 교수

관심분야 : 지능정보시스템, 데이터베이스,  
E-mail : csk@kongju.ac.kr



**이상용(Sang-Yong Lee)**

1984년 : 중앙대학교 전자계산학과(공학사)  
1988년 : 일본동경대학대학원 총합이공학  
연구과(공학석사)  
1988년~1989년 : 일본 NEC 중앙연구소  
연구원  
1993년 : 중앙대학교 일반대학원 전자계산  
학과(공학박사)

1996년~1997년 : University of Central Florida 방문교수  
1993년~현재 : 공주대학교 정보통신공학부 교수

관심분야 : 인공 지능, 에이전트, 유비쿼터스 컴퓨팅, RFID  
시스템

E-mail : sylee@kongju.ac.kr