

통합된 CDMA시스템에서 데이터 전송률 최대화 방법을 이용한 자원할당 방법

정회원 최승식*, 김상경**

Resource Allocation Scheme in an Integrated CDMA System Using Throughput Maximization Strategy

Seung-Sik Choi*, Sang-Kyung Kim** *Regular Members*

요 약

최근 고속무선 인터넷 서비스의 확산으로 인하여 음성과 데이터가 통합된 CDMA시스템에서의 효율적인 자원할당에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 음성과 데이터가 통합된 CDMA시스템에서 고속 데이터 서비스를 위한 효과적인 자원할당 방법을 제안한다. 음성과 데이터가 통합된 CDMA 시스템에서는 음성서비스를 위한 자원을 우선 할당한 후 나머지 자원을 데이터 서비스에 할당한다. 이 경우에 데이터 서비스의 전송률을 최대화 시키기 위해서는 간섭을 최소화 시키는 자원할당 방법을 사용하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 CDMA시스템에서 간섭을 최소화 시키기 위한 방법을 설명하고 자원할당시 필요한 QoS요구사항을 먼저 정의한다. 이를 기반으로 QoS를 만족시키기 위한 효과적인 자원할당 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 데이터 전송률을 최대화 시키기 위해서 한 슬롯에 전송가능한 패킷 수를 우선순위 계산에 포함시켜 데이터 전송률과 지연을 제어하는 방법이다. 시뮬레이션결과 제안한 방법을 사용하여 데이터 서비스에 자원을 할당하면 데이터의 블로킹 확률 감소와 지연을 감소시키는 개선효과를 볼 수 있다.

Key Words : CDMA, resource allocation, scheduler, high-speed packet data service

ABSTRACT

It is required to have researches on efficient resource allocation schemes in an integrated voice and data CDMA system with the spreading of high-speed wireless internets. In this paper, we proposed a efficient resource allocation scheme for providing a high speed data service in an integrated CDMA system. In an integrated voice/data CDMA system, resources for voice users are allocated with high priority and residual resources are allocated to the data service. In this case, it is necessary to use a resource allocation scheme for minimizing interference. In this paper, we first explain about a interference minimizing method and define QoS requirements. Based on the method, we proposed a efficient resource allocation scheme which satisfy the QoS requirements. The proposed scheme controls the transmission rate and delay of data users with a priority information such as the number of packets in a queue. From the simulation results, we show that the proposed scheme reduce the blocking probability and delay and improve the performance.

I. 서론

최근 무선인터넷의 확산으로 인해 CDMA 망에

서도 고속 무선인터넷을 제공하기 위한 방법에 대한 연구가 진행되고 있다. 음성과 데이터가 통합된 CDMA시스템에서 고속데이터 서비스를 제공하기

※ 본 연구는 인천대학교 교내연구비 지원으로 수행되었습니다.

* 인천대학교 컴퓨터공학과 (sschoi@incheon.ac.kr),

논문번호 : KICS2005-08-333, 접수일자 : 2005년 8월 15일

** 강릉대학교 컴퓨터공학과

위해서는 OFDM, MIMO, Hybrid ARQ, 자원할당 방법등에 대한 연구가 필요하다. 특히 CDMA 환경에서는 고속의 데이터 서비스를 제공하기 위해서는 음성과 데이터의 특성을 고려한 자원할당 방법이 필요하다. 먼저 지연에 민감한 음성서비스에 자원을 할당한 후에 나머지 자원을 데이터 서비스를 제공하고자 할 경우에는 데이터 서비스의 전송률, 지연을 고려해야 할 뿐만 아니라 서비스 공평성 문제등을 고려한 스케줄링에 대한 연구가 필요하다.

스케줄링에 대한 연구는 유무선환경에서 다양한 서비스를 통합하여 제공하기 위해서 필요하다. 유선 환경에서는 많은 연구가 GPS(Generalized Processor Sharing)를 기반으로 제공되어 왔다^[1]. GPS는 링크의 용량을 공평하게 분배하는 이상적인 유체 트래픽 모델로서 실제상황에 적용하기에는 어려움이 있다. GPS를 근사화하기 위한 알고리즘으로 WFQ^[2], SCFQ^[3], STFQ^[4], W2FQ^[5] 등이 연구되어 왔다. 이러한 알고리즘은 궁극적으로 GPS에 가장 근사화된 방법을 제시하는 데 초점이 있다.

그러나 이러한 알고리즘을 버스트한 에러특성과 위치에 따른 채널 특성을 가진 무선네트워크 환경에서 적용하는데에는 많은 어려움이 있다. GPS환경에서는 정해진 시간에 대기중인 모든 세션은 동일한 전송률로 패킷을 보낼수 있어야 하나 실제 무선 환경에서는 단말의 채널특성의 변화로 인해 모든 세션이 동시에 데이터를 전송하기 힘들며 경우에 따라 일부 사용자의 경우의 채널상태가 나빠서 전송이 힘든 경우도 생기며 채널상태가 좋은 경우에는 공평한 전송률에 의해 전송이 제한 받을 수도 있다. 이러한 무선채널의 특성을 고려한 공평한 무선 패킷 스케줄링에 대한 연구가 진행되어 왔다^[6, 7]. [8]에서는 무선환경에서 위치에 따른 채널특성을 고려한 스케줄링 방법이 제안되었다.

이러한 방법들은 TDMA와 같은 무선환경에서 적용되는 방법으로 CDMA환경에서 적용하기 위해서는 CDMA 특성에 적합한 사항을 고려할 필요가 있다. CDMA환경에서 고려할 첫 번째 특징은 CDMA는 간섭에 의해 용량이 제한되는 시스템이라는 것이다. CDMA의 용량은 E_b/N_0 값과 전송률에 의해 표현이 되기 때문에 이를 고려한 자원할당 방법이 제시되어져야 한다. 두 번째 특징으로는 멀티미디어 서비스를 제공하는 CDMA시스템에서는 다양한 BER값을 제공할 수 있어야 하며 이 BER값을 고려한 자원할당방법이 제시되어야 한다. [10]에서는 다양한 BER값을 제공하기 위한 스케줄링방법을

제시하고 있다. [11]에서는 이러한 CDMA 특성을 고려한 공평한 스케줄링방법에 대한 연구를 수행하였다. 마지막 특징은 CDMA시스템은 사용자의 구분이 직교성 있는 PN코드에 의해 구분이 되기 때문에 동시에 전송이 가능하다. 이런 특징은 GPS의 특성과 비슷한 것으로 GPS방법을 적용하기에 적합하다고 할 수 있다.

음성과 데이터가 통합된 CDMA 환경에서 데이터 서비스를 효율적으로 제공하기 위한 연구가 진행되어 왔다^[12, 13]. [12]에서는 음성과 데이터가 통합되어 있을 때 데이터의 수율을 최대화하기 위해서는 상호간섭을 줄이는 것이 필요하며 이를 위해서는 한 슬롯에 한 사용자의 패킷을 전송하는 것이 가장 효율적임을 보였다. (그림 1)은 음성과 데이터가 통합된 CDMA환경에서 데이터의 전송률을 최대화 하기 위한 방법을 보이고 있다. 이 방법에서는 실시간 트래픽에 해당되는 음성을 우선할당하고 나머지 자원을 데이터에 할당하되 사용자간의 간섭을 최소화하기 위해 한 슬롯에 한 사용자가 사용하도록 하였다. [13]에서는 음성과 데이터가 분리된 채널에서 사용되는 HDR에 대하여 기술하였다. [14]에서는 HDR과 같은 고속패킷 데이터 서비스에 적합한 QoS 정보를 고려한 스케줄링방법에 대해 연구하였다.

본 논문에서는 위에서 언급한 CDMA특징을 기반으로 고속데이터 서비스에 적합한 스케줄링 방법을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같이 구성되어 있다. 제 2장에서는 본 논문에서 다루고자 하는 시스템의 구성과 전력자원에 대한 개념을 설명한다. 제 3장에서 자원할당에 필요한 QoS요구사항에 대해 다룬다. 제 4장에서는 3장에서 정의한 QoS를 만족시키기 위해 필요한 스케줄링방법을 제안한다. 제 5장에서는 제안한 방법의 성능을 설명한다.

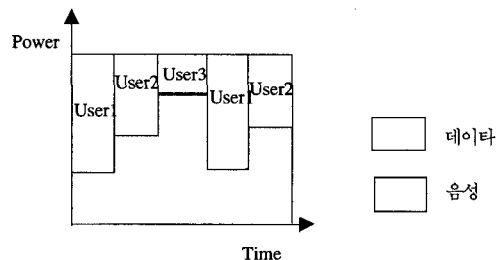


그림 1. 전송률을 최대화하는 방법(데이터 사용지수 =3인 경우)

II. 시스템 모델

멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 CDMA

자원의 효율적인 할당을 필요로 한다. CDMA에서 자원은 전력을 의미하며 패딩이나 다중경로에 의한 간섭을 줄이기 위한 전력제어방법에 따라 자원이 달라지게 된다.

[11]에서는 CDMA자원을 전력을 고려하여 스케줄링하는 방법을 제안하였다. 이러한 방법은 자원을 전송률, SNR, Spreading Gain등을 고려하여 할당할 수 있는 방법으로 효율적이라고 할 수 있다. 하나의 CDMA시스템에 N개의 사용자가 있고 i번째 단말의 전송파워를 P_i , 채널이득을 h_i , Spreading Gain을 G_i , i번째 사용자의 Eb/No요구사항을 γ_i 라고 할때 각 사용자의 전력할당은 다음과 같이 표현할 수 있다

$$\left(\frac{E_b}{N_o}\right)_i = \frac{G_i h_i P_i}{\sum_{j=1}^N h_j P_j + \eta B} \geq \gamma_i \quad 1 \leq i \leq N \quad (1)$$

위 식에서 B는 대역폭이고 η 는 가우시안 잡음을 의미한다. 위 수식 (1)을 N명의 사용자에게 대해 풀면 사용자 i가 간섭을 최소화 하기 위해 필요한 최적의 전송파워는 다음과 같다.

$$P_i = \frac{\eta B (\gamma_i / (\gamma_r + G_i))}{h_i (1 - \sum_{i=1}^N \gamma_i / (\gamma_r + G_i))} \quad (2)$$

위 수식(2)으로부터 각 사용자의 최적의 전력할당을 위해서 만족시켜야 하는 조건은 다음과 같이 같다.

$$\sum_{i=1}^N \frac{\gamma_i}{\gamma_i + G_i} < 1 \quad (3)$$

여기에서 $\gamma_i / (\gamma_i + G_i)$ 를 i번째 사용자의 파워인덱스 g_i 로 정의한다. 파워인덱스 g_i 는 spreading gain과 Eb/No에 의해 표현되는 값으로 사용자의 CDMA자원을 잘 표현한다고 할 수 있다. 본 논문에서는 파워인덱스를 자원으로 간주하여 자원을 할당한다.

음성과 데이터가 통합된 CDMA 시스템의 역방향에서 자원할당 방법은 (그림 2)와 같다. (그림 2)에서 BS(Base Station)에는 서비스 분류기, 가상패킷 생성기, 데이터요청 큐 그리고 전력자원 할당기로 구성된다. 서비스 분류기는 음성과 데이터의 채널요청을 받아서 음성서비스인 경우에는 즉시 전력 자원 할당기로 보내고 데이터단말의 채널요청인 경우에는 가상패킷 발생기로 보내는 역할을 한다. 가

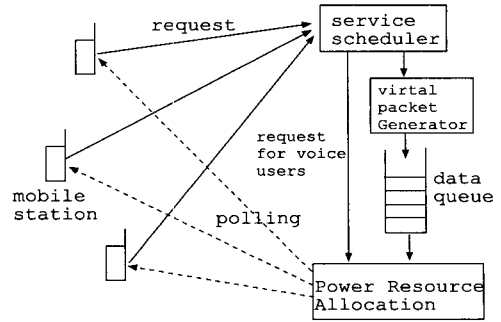


그림 2. CDMA시스템의 자원할당 방법

상채널 발생기는 데이터 단말의 채널요청을 받아서 가상패킷을 생성하여 데이터 큐에 입력하는 역할을 한다. 가상패킷 발생기는 요청한 패킷길이, 패킷 수, 채널요청 도착시간등을 이용하여 가상패킷에 태그를 부착하여 데이터 요청 큐에 입력한다. 데이터 요청 큐는 순차적으로 가상패킷을 입력한 후 전력자원 할당기에 의해 데이터 패킷의 우선순위에 따라 서비스 된다. 전력자원 할당기는 음성서비스를 우선적으로 할당한 후 이후에 남은 자원을 가상 데이터 큐에 정보를 이용하여 우선순위를 결정하여 데이터 단말에 할당한다. 이 때 데이터의 전송률을 최대화시키기 위해 한 슬롯에 한 사용자의 데이터 패킷을 할당하는 방법을 사용한다. 이러한 방법을 적용할 경우에 사용자의 공평성을 보장하기 위한 방법이 적용되어야 한다. 또한 전력자원 할당기는 무선환경에서 사용자의 단말의 채널상태가 수시로 변하는 것을 고려할 때 우선순위 결정에는 단말기의 채널 상태, 가상 패킷의 큐 도착시간(혹은 끝나는 시간), 패킷의 지연시간의 정보를 고려하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 정보를 이용하는 효율적인 스케줄링 방법에 대해 제안한다.

III. 자원할당을 위한 QoS 요구사항

데이터 사용자의 QoS는 응용 서비스에 따라 다르게 정의할 수 있다. 본 논문에서는 2가지 형태의 QoS를 만족시키는 스케줄링 방법에 대하여 연구한다. 첫 번째 고려해야 할 QoS는 패킷지연에 관한 것이다. 데이터 서비스를 오디오/비디오 스트리밍 서비스 혹은 인터넷 검색등의 응용 서비스라고 할 때 데이터 패킷의 지연은 사전에 정의된 값 이하를 유지하여야 한다. 스트리밍 서비스의 경우 뿐만 아니라 인터넷 검색등의 경우에도 지연이 허용된 값을 넘어서는 경우에는 재전송등으로 인해 성능에

나쁜 영향을 미치므로 이를 제어하기 위한 방법이 필요하다고 할 수 있다. 데이터 사용자 i 의 지연을 W_i 로 정의하고 지연 요구사항을 T_i , 그리고 지연 요구사항을 초과할 최대 확률 값을 δ_i 이라고 할 때 일반적으로 데이터 사용자 i 의 QoS 요구사항은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$P(W_i > T_i) \leq \delta_i \quad (4)$$

위 식 (4)의 의미는 사용자 i 의 지연값이 T_i 를 초과할 확률이 δ_i 이하가 되도록 자원을 제어해야 한다는 의미이다. 따라서 모든 사용자의 지연 요구사항 T_i 값이 고정되어 있을 때 δ_i 값이 적은 사용자의 경우에는 QoS를 만족시키기 위해 다른 사용자보다 우선순위를 부여하는 제어 방법이 요구된다. 또한 모든 사용자의 최대 확률 값 δ_i 이 동일할 경우에는 T_i 값이 적을수록 우선순위를 부여하는 것이 요구된다.

두 번째 고려할 QoS는 데이터의 전송률에 관한 것으로 데이터 사용자 i 의 평균 전송률 r_i 는 최소 전송률 r_{\min} 보다 크고 최대 전송률 r_{\max} 보다 작아야 한다. 이것은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$r_{\min} \leq r_i \leq r_{\max} \quad (5)$$

따라서 본 논문에서는 위에서 제시된 2가지 QoS 요구사항을 기반으로 적합한 스케줄러를 설계한다.

IV. QoS제어를 위한 스케줄링 방법

위에서 언급한 2가지 QoS요구사항을 만족시키는 자원 제어 방안을 고려하기 위해 M-LWDF(Modified Largest Weighted Delay First) 방법이 제안되었다^[14]. 이 방법은 HDR과 같은 고속의 패킷을 전송하는데 적합한 우선순위 제어방법을 제안하였다. 이 방법에서는 각 슬롯에서 자원을 할당 할 때 사용자 i 의 우선순위 ϕ_i 값을 계산하여 그 값이 큰 사용자를 우선으로 할당한다. 사용자 i 의 우선순위 ϕ_i 값은 큐의 HOL(Head of Line) 패킷 지연시간 W_i 과 채널의 상태변화에 따른 용량 s_j 를 고려하여 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\phi_i = c_j W_j(t) s_j(t) \quad (6)$$

여기서 c_i 는 식 (4)식에 주어진 QoS요구사항을 만족시키기 위해 필요한 상수 값으로 다음과 같이 주

어진다.

$$c_i = -\log \delta_i / (T_i \bar{r}_i) \quad (7)$$

여기에서 \bar{r}_i 는 사용자 i 의 평균 전송률을 의미한다. 따라서 수식 (7)의 의미는 각 사용자 큐의 HOL패킷의 지연시간 W_i 가 커지면 사용자의 우선순위가 높아져서 다음 슬롯에서 선택될 확률이 증가한다. 또한 채널상태에 따라서도 우선순위가 변화하는데 채널상태가 좋아지면 우선순위가 또한 증가한다. 이러한 우선순위 할당 방식은 특히 무선채널의 상태가 시간에 따라 수시로 변화한다는 것을 고려할 때 시스템의 성능을 높일 수 있는 방식이다. 채널상태가 좋지 않을 때에 우선순위가 낮추어서 전송률을 감소시키고 채널상태가 다시 좋아 졌을 때 우선순위를 높여서 전송함으로써 시스템 효율을 높일 수 있다. 이러한 방법은 무선채널 환경에서는 반드시 고려해야 할 사항이다. 또한 수식 (6)에서 주어진 c_i 는 상수로서 사용자의 QoS요구사항을 고려하여 계산된 값이다. 수식 (4)에 주어진 사용자의 QoS 요구사항을 만족시키기 위해 c_i 는 지연요구사항과 최대 확률값, 사용자 평균전송률을 이용하여 계산한다. 사용자의 다른 조건이 동일 할 때 패킷지연이 지연 요구사항을 초과할 확률이 1%에서 0.1%로 변경되었을 경우에 우선순위는 1.5배 증가한다. 이것은 최대 확률값이 0.1%인 사용자에게 패킷이 할당될 수 있도록 높은 우선순위를 부여하는 것을 의미한다. 또한 사용자의 지연요구사항이 작으면 우선순위는 증가하고 지연요구사항이 커지면 우선순위는 낮아진다.

위에서 언급한 M-LWDF는 사용자의 QoS를 고려하여 우선순위를 제어하는 스케줄링이나 몇가지 문제점을 내포하고 있다. 첫 번째 문제점은 2장에서 언급한 것과 같이 고속의 패킷전송에 위해서는 다른 사용자로 인한 간섭을 줄이기 위해 한 슬롯에만 한 사용자를 할당하는 것이 요구되는데 이 경우에 한 슬롯에 여러개의 패킷을 처리하는 것이 필요하다. 따라서 자원할당시 사용자의 채널상태나 큐지연 시간 뿐만 아니라 사용자큐에 대기중인 패킷의 갯수도 중요한 요소이다.

두 번째 문제점은 M-LWDF에서는 사용자의 QoS요구사항 (5)에서 데이터 전송률의 최소치만을 고려하였다. 이 방법에서는 가상 큐에 최소전송률에 해당하는 일정한 토큰을 입력하여 토큰의 지연시간

을 이용하여 수식 (6)을 적용하여 할당하는 방법을 사용할 수 있다. 그러나 이러한 방법은 실시간 변동율이 작은 트래픽의 경우에는 가능하나 데이터 트래픽과 같이 버스트한 특성을 가지고 있는 경우에는 최소치 뿐만 아니라 최대치도 동시에 고려하는 것이 필요하다. 버스트한 트래픽인 경우에는 최대 전송률을 규정하고 제어하는 것이 필요하다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 LWDT(Largest Weighted Delay with Throughput)을 제안한다. LWDT는 버스트한 트래픽의 지연을 효율적으로 제어하고 최소전송률과 최대 전송률을 고려한 스케줄링 방법이다. LWDT에서는 QoS요구사항을 만족시키기 위해 인바운드 제어와 아웃바운드 제어 방법을 사용한다. 인바운드 제어는 수식 (4)의 지연요구사항을 만족시키기 위한 제어방법으로서 수식 (6)에 버스트한 트래픽을 수용하기 위해 필요한 사용자의 큐길이 Q_i 를 이용하여 우선순위를 제어한다. 아웃바운드 제어는 수식 (5)를 만족시키기 위한 제어 방법으로 인바운드 제어에 앞서서 수행된다. 먼저 인바운드 제어를 수행하기 위해 수식 (6)는 다음과 같이 수정한다.

$$\Phi_i = c_i W_i(t) Q_i(t) s_i(t) \quad (8)$$

수식 (8)에 의해 버스트한 트래픽이 도착할 경우에 HOL의 패킷지연시간 뿐만 아니라 대기중인 패킷 수를 동시에 고려함으로써 한 슬롯에 한 사용자를 할당할 경우에 처리가능한 패킷 수를 고려한 자원할당을 할 수 있다. 이 방법을 사용함으로써 사용자의 큐에 대기중인 패킷의 전송률을 높일 수 있어서 전송률을 높일 수 있으며 전체적인 패킷의 지연 시간도 단축할 수 있다.

또한 LWDT 방법에서는 QoS요구사항 수식 (4)를 만족시키기 위해 이러한 인바운드 제어 방법을 사용하기 전에 아웃 바운드 제어 방법을 이용하여 최소 전송률과 최대 전송률을 제어한다. 아웃바운드 제어방법은 누적된 패킷의 전송률이 사전에 규정된 r_{max} 값을 초과하거나 혹은 r_{min} 이하인 경우에 우선순위 Φ_i 를 최소값 혹은 최대값을 주어짐으로써 제어한다. (그림 3)는 인바운드 제어와 아웃바운드 제어를 이용한 LWDT방법을 설명하고 있다. 이러한 방법을 사용함으로써 사용자의 패킷 전송률과 전송지연을 향상시킬 수 있으며 전송 최대치와 최소치를 적절하게 제어할 수 있다.

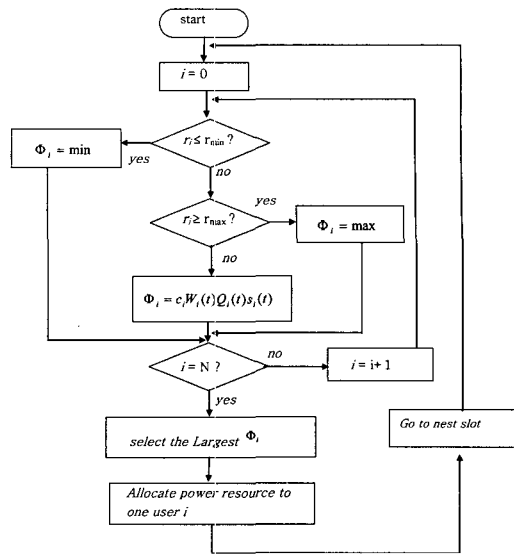


그림 3. LWDT 제어방법

V. 성능 및 결과

본 논문에서 제안한 방법의 성능을 보이기 위해 음성과 데이터가 통합된 1.25MHz CDMA시스템에서 2장에서 설명한 전력자원을 이용하여 자원할당을 시뮬레이션 하였다. 음성과 데이터 통합된 시스템을 구성하기 위해 음성은 온오프 트래픽(활성화구간을 1.35초, 비활성화 구간을 1초)을 가정하여 구성하였으며 데이터 트래픽은 크기가 평균1260bit이고 지수분포를 따르는 패킷이 포아송분포로 도착하는 것으로 가정하였다. 또한 데이터 서비스의 응용 분야에 따라 듀티사이클을 다를 수 있으므로 이를 고려하여 성능시험을 하였다. 변동성 있는 채널을 고려하기 위해 데이터 채널의 전송률은 512Kbps-64Kbps 까지 연속적으로 변화하는 것으로 가정하였다. 슬롯(프레임)의 크기는 20msec로 가정하였다.

(그림 4)은 버퍼사이즈의 변화에 따른 M-LWDF와 LWDT방법의 블록킹 확률을 나타내고 있다. 데이터 단말의 전송 버퍼의 크기가 작으면 패킷의 블록킹 확률이 증가하고 버퍼의 크기가 크면 패킷의 블록킹 확률은 감소한다. LWDT방법은 대기중인 패킷의 수를 우선순위 값 계산시 고려하기 때문에 M-LWDF방법에 비해 슬롯당 전송률이 증가하기 때문에 패킷의 블록킹 확률이 M-LWDF방법에 비해 낮은 것을 알 수 있다. 그러나 이 방법의 장점은 버퍼의 크기가 40이하일 경우나 혹은 140이상인 경우에는 점차로 이 이득이 작아지는 것을 알 수 있다. 이것은 버퍼가 아주 작을 경우에는 스케줄링 방식

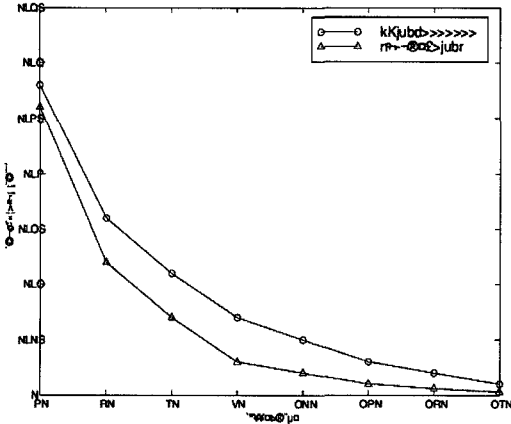


그림 4. 버퍼사이즈의 변화에 따른 블록킹 확률

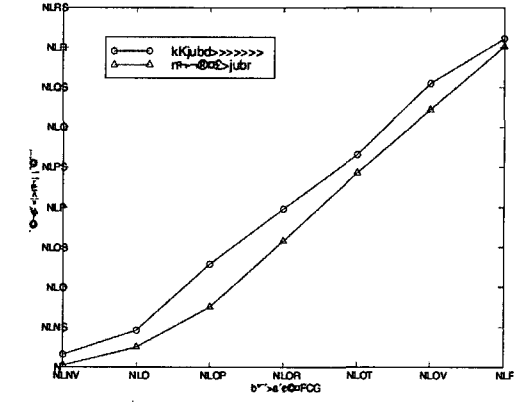


그림 6. 듀티 사이클 변화에 따른 블록킹 확률의 변화

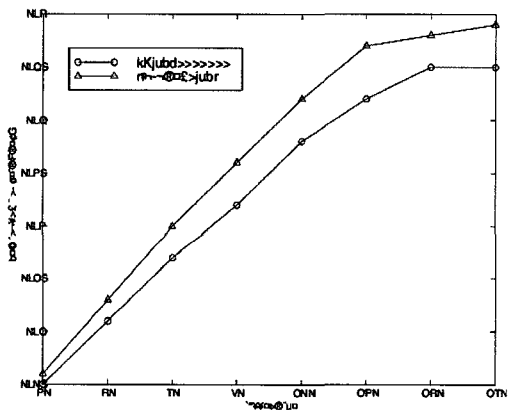


그림 5. 버퍼사이즈의 변화에 따른 패킷의 지연시간

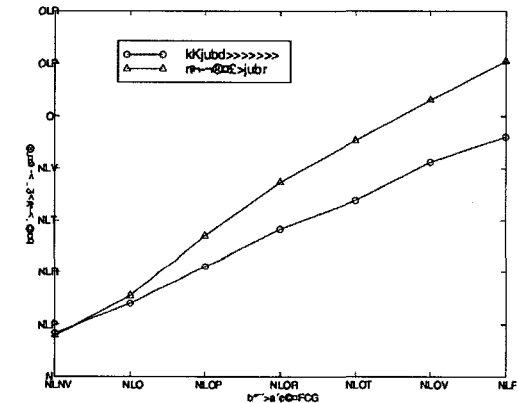


그림 7. 듀티 사이클 변화에 따른 패킷지연의 변화

에 상관없이 블록킹 될 확률이 증가하고 아주 클 경우에는 대기중인 패킷의 지연시간만 증가 할 뿐 블록킹 확률은 작아지기 때문이다.

(그림 5)은 버퍼사이즈의 변화에 따른 M-LWDF와 LWDT방법의 데이터 패킷의 지연시간을 나타내고 있다. 데이터 패킷은 버퍼의 크기가 증가함에 따라 블록킹 될 확률이 감소하기 때문에 패킷의 지연은 점차로 증가하고 0.35초에 이르렀을 때 일정한 값을 유지한다. 이 경우에도 LWDT의 경우에는 한 슬롯당 처리할 수 있는 패킷의 증가로 패킷의 지연시간은 M-LWDF에 비해 감소한다. 이러한 성능의 차이는 버퍼의 크기가 일정한 크기가 되면 대체적으로 일정한 값을 유지함을 알 수 있다.

(그림 6)은 데이터 트래픽의 듀티사이클을 변화시켰을 때 M-LWDF와 LWDT방법의 데이터 패킷의 블록킹 확률을 나타내고 있다. 데이터의 듀티 사이클이 커진다는 것은 데이터의 버스트한 특성이 커지는 것을 의미한다. 따라서 버퍼에 있는 트래픽

의 양이 증가하는 것을 의미하기 때문에 블록킹 확률은 증가하게 된다. 이 경우에도 LWDT방법이 한 슬롯에서 처리할 수 있는 패킷의 수가 증가하기 때문에 M-LWDF방법에 비해 블록킹 확률이 감소한다. 듀티사이클의 증가함에 따라 일정한 성능 차이를 보임을 알 수 있다.

(그림 7)은 데이터 트래픽의 듀티사이클을 변화시켰을 때 M-LWDF와 LWDT방법의 데이터 패킷의 지연을 나타내고 있다. 듀티 사이클이 커질 수록 데이터의 버스트한 특성이 증감함에 따라 큐에 있는 대기 패킷의 수가 증가 함으로 패킷의 지연시간이 증가한다. 또한 LWDT를 사용하였을 때 처리율의 차이로 M-LWDF에 비해 패킷 지연이 감소함을 알 수 있다. 또한 이러한 패킷지연시간의 감소는 듀티 사이클이 커질수록 커짐을 알 수 있다.

VI. 결론

본 논문에서는 통합된 CDMA시스템에서 효율적인

스케줄러를 방법을 제안하였다. 이를 위해 CDMA 시스템에 적합한 전력자원의 개념을 이용하여 자원을 정의하고 이 개념을 기반으로 스케줄링 방안을 제시하였다. 스케줄러 설계에 앞서 필요한 QoS 요구사항을 정의하고 이를 만족시키기 위한 스케줄러를 설계하였다. 제안된 방법은 기존 HDR같은 시스템에 사용되는 M-LWDF방법을 수정한 것으로 대기 중인 큐의 길이, 패킷지연, 채널상태, 지연요구사항, 초과 최대확률값등을 이용하여 우선순위를 정하며 최소와 최대 전송률을 제어하기 위해 아웃바운드 제어방법을 이용하였다. 제안된 방법을 사용하였을 때 기존 방법에 비해 대기중인 패킷의 지연시간을 감소시키고 처리율을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

참 고 문 헌

[1] A.K.Parekh and R.G.Gallager, "A generalized processor sharing approach to flow control in integrated services networks : the single-node case," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol.1, no.3, pp.344-357, June, 1993.

[2] A.Demers, S. Keshav and S.Shenker, "Analysis and simulation of a fair queueing algorithm," in Proc. of the ACM Sigcomm '89, pp.1-12, 1989.

[3] S.J.Golestani, "A self-clocked fair queueing scheme for broadband application," in Proc. of Infocom'94, pp.636-646, 1994.

[4] P.Goyal, H.M.Vin and H.Chen, "Start-time Fair Queueing : A scheduling algorithm for integrated services," in Proc. of the ACM Sigcomm'96, pp.157-168, Palo Alto, CA, August, 1996.

[5] C.R.Bennett and H.Zhang, "WF2Q : Worst-case Fair-Weighted Fair Queueing," IEEE INFOCOM, pp.120-128, March, 1996.

[6] S.Lu, V.Bharghavan, and R. Srikant, "Fair Scheduling in Wireless Packet Networks," ACM SIGCOMM, August, 1997.

[7] V.Bharghavan, S.Lu and T. Nandagopal, "Fair Queueing in Wireless Networks : Issues and Approaches," IEEE Personal Communication, Vol.6, No.1, pp.44-53, February, 1999.

[8] T.S.Eugene Ng, Ion Stoica, and Hui Zhang, "Packet Fair Queueing Algorithms for wireless

networks with location dependent errors," in Proc. of Infocomm'98, pp.1103-1111, 1998.

[9] M.A.Arad and A.L.Garcia, "A General Processor sharing approach to time scheduling in hybrid CDMA/TDMA," in Proc. of Infocom'98, pp.1164-1171, 1998.

[10] A.Stamoulis and G.B.Giannakis, "Packet fair queueing scheduling based on multirate multipath-transparent CDMA for wireless networks," in Proc. of Infocomm'2000, pp.1067-1076, 2000.

[11] A.Sampath, P.S.Kumar, and J.M. Holtzman, "Power control and resource management for a multimedia wireless CDMA system," in proc. PIMRC'95, Toronto, Canada, pp.21- 25, Sept., 1995.

[12] Sudhir Ramakrishna and J.M. Holtzman "A scheme for throughput maximization in a dual-class CDMA system," IEEE Journal of Selected Areas in Communications, Vol.16, No.6, pp.830-844, August, 1998.

[13] P.Bender, P.Black, M.Grob, R.Padovani, N. Sind., and A.viterbi, "CDMA/HDR:A bandwidth-efficient high-speed wireless data service for nomadic users," IEEE Communications Magazine, vol.38, No.7, pp.70-77, July, 2000.

[14] M.Andrews, K.Kumaran, K. Ramanan, A. Stolyar and P.Whiting, "Providing Quality of Service over a Shared Wireless Link," IEEE Communications Magazine, pp.150-154, Feb. 2001.

최 승 식 (Seung-Sik Choi)

정회원



1988년 2월 연세대학교 전자공학과 학사
 1990년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 석사
 2002년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 박사
 1990년 3월~1998년2월 KT 통신망연구소 전임연구원

2002년~2004년 KT 서비스개발/컨버전스연구소 책임연구원

2004년~현재 인천대학교 컴퓨터공학과 조교수
 <관심분야> 무선액세스제어, 무선자원관리, 무선인터넷 프로토콜

김 상 경 (Sang-Kyung Kim)

정회원



1985년 2월 고려대학교 전자
공학과 학사

1987년 2월 고려대학 전자공학
과 석사

1989년~2004년 KT 수석연구원
/부장

1994년~1995년 TINA-C Core
Team Member

2002년 고려대학교 대학원 전자공학과 박사

2004년~현재 강릉대학교 정보전자공학부 조교수

<관심분야> 이동망, 센서 네트워크, 서비스 구조 등
등