DBpia

UTRAN Iub 인터페이스에서 QoS 기반의 AAL2/ATM 다중화 전송방안

준회원 정 창 용*, 정 조 운*, 황 호 영*, 정회원 성 단 근*, 정 수 성**, 방 만 원***

QoS Based AAL2/ATM Multiplexing Schemes in the UTRAN Iub Interface

Chang-Yong Jung*, Jo-Woon Chong*, Ho-Young Hwang* *Associate Members*,
Dan-Keun Sung*, Soo-Sung Jung**, Man-Won Bang*** *Regular Memberss*

요 약

최근에 이동통신 시스템이 3세대로 진화하면서 음성 위주의 서비스에서 점차 인터넷 서비스 같은 여러 다양한 서비스들을 지원하게 되었다. 그리고 급증하는 사용자들을 수용하기 위해 무선 가입자망의 Iub 인터페이스에서 AAL2 다중화 기술을 도입하여 한정된 링크의 효율을 높이고 있다. 그러나 무선 자원의 부족과 지원되는 다양한 서비스들의 요구조건이 다르기 때문에 무선 가입자망에서는 제대로 각 서비스 별로 QoS를 만족시켜 주지 못하고 있다. 기존의 AAL2/ATM의 다중화 시스템에서는 음성과 데이터의 다중화 효과와 실시간성, 비실시간성 서비스에 대해 QoS를 분석해 왔다. 본 논문에서는 여러 다양한 서비스들을 QoS 요구조건에 따라 분류하고 그 요구조건에 맞도록 통계적 다중화와 간단한 구조로 스케쥴하는 AAL2/ATM 다중화 전송방안을 제안한다. 모의실험 결과 각 서비스의 QoS 요구조건을 맞출 수 있어 기존의 방법보다 더 좋은 성능이 나타남을 확인하였다.

Key Words : AAL2, ATM, Multiplexing, QoS, UTRAN

ABSTRACT

Recently, mobile communication systems have supported various services including internet from voice centric service as they evolve toward 3G. To accommodate the increasing number of users, an AAL2 multiplexing scheme is introduced in the UTRAN Iub interface for link efficiency. However, limited radio resources and different requirements of various services make it difficult to guarantee the QoS requirements at radio access networks. The conventional AAL2/ATM multiplexing systems focused on the multiplexing efficiency of voice and data services and QoS issues of real time and non real time services. In this paper, we classfy various services according to QoS requirements and propose AAL2/ATM multiplexing schemes using statistical multiplexing and scheduling with a rather simple structure to guarantee the given requirements. Simulation results show that the proposed schemes perform better than the conventional schemes to guarantee QoS requirements of various services.

* 한국과학기술원 전자전산학과 통신망 연구실 (dksung@ee.kaist.ac.kr), ** KTF (jungss@ktf.com), ** 목포대학교 전자공학과 (mwbang@chungye.mokpo.ac.kr), 논문번호 : 030008-0107, 접수일자 : 2003년 1월 7일
※본 연구는 KTF 지원으로 수행되었습니다.

Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd. www.dbpia.co.kr

Ⅰ. 서 론

최근에 휴대폰 사용자들의 증가와 더불어 인터넷 사용자들이 급증하고 음성전화 위주의 이동통신 서비스가 3세대 이동통신 시스템으로 진화해 가면서 점차 무선 인터넷이나 멀티미디어 서비스 등으로 다양화 되어 가고 있다. 고속 멀티미디어 서비스와 같은 여러 다양한 종류의 트래픽을 융통성있게 지원할 수 있도록 이동통신 시스템에서 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 기술을 도입하였다. 하지만 ATM 기술만으로는 다양한 속도와 지연 민감도를 갖는 서비스들을 모두 충족시킬 수 없는 비효율적인 면이 있기 때문에 이를 위해 ITU T 표준에서 AAL (ATM Adaptive Layer)을 만들어, 사용자가 요구하는 서비스 특성과 ATM 계층이 제공하는 서비스 특성의 차이를 조절할 수 있도록 하였다. 그 중에서 지연에 민감한 음성서비스에 맞도록 제안된 AAL2를 들 수 있다 [1]. 그림 1에 나타나 있는 UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) 구조의 구성요소에는 무선 링크와 연결된 기지국인 Node B와 핵심망과 연결된 RNC (Radio Network Controller) 가 있고, 그 사이의 인터페이스는 Iub 인터페이스, RNC와 핵심망 사이는 Iu 인터페이스, 그리고 RNC 사이는 Iur 인터페이스가 있다. 그 중에서도 Iub 인터페이스에서는 무선 링크를 통해 기지국으로 들어온 트래픽들이 10 ms 혹은 20 ms 단위의 작은 무선 프레임들로 전송되어 들어오기 때문에 이런 짧은 패킷들을 효율적으로 전송하기 위해 3GPP 표준에서 AAL2기술을 도입하였다 [2]. 그러나 기존의 무선 가입자망에서는 T1/E1의 한정된 기존 전송선로에 급증하는 사용자들을 모두 수용하기 어렵고 또 모든 대역을 다 사용하여도 각 서비스의 활성도 (Activity) 로 인해서 회선의 이용률이 낮아지는 문제가 발생하게 되었다. 이를 위해 증가된 사용자들을 수용할 수 있도록 전송선로를 추가하는 방안도 있지만 선로 구축에 드는 비용의 문제가 있기 때문에 한정된 자원에서 더 많은 사용자들을 수용할 수 있도록 AAL2 계층이나 ATM 계층에서 다중화하는 방식이 기존에 연구되어 왔다. [3]에서는 AAL2 계층에서 음성과 데이터를 한 VCC (Virtual Channel Connection) 에 같이 다중화하거나 다른 VCC로 분리하여 다중화하는 방법을 비교하였고, [4]에서는 AAL2 계층이나 ATM 계층에서 음성과 데이터를 다중화 할 때 두 개 사이에 우선 순위를 두고 다중화 할 때와 우선 순위를 두지 않고 다중화 할 때의 성능을 비교하였다. 그리고 최근에 음성서비스를 비롯한 여러가지 다양한 서비스들을 이동통신 시스템에서 지원하면서

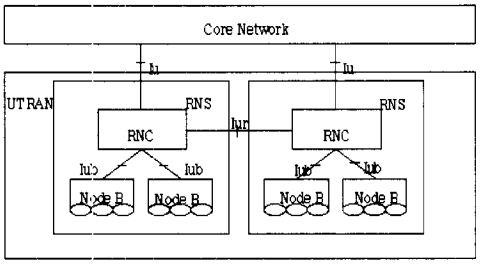


그림 1. UTRAN 구조

각각의 서비스에 대한 QoS 문제가 대두되고 있다. 특히 음성 서비스 및 실시간 데이터 서비스를 지원해야하므로 여러 QoS 요소중에서 지연특성을 중심으로 활발히 연구가 되어오고 있다. [5]에서는 음성과 데이터 스트림들을 지연요구조건으로 QoS 차별화를 해서 같은 QoS를 요구하는 스트림들에 대해 VCC 하나를 사용하게 하는 것과 QoS 차별화를 하지 않은 것을 비교하였고 [6, 7]에서는 서비스를 지연 민감도에 따라 여러 클래스로 나누어 분류한 후 지연요구조건에 따라 가중치를 고려해서 스케쥴하는 방법을 통해 AAL2 다중화의 성능을 분석하였다. 하지만 각 서비스들의 QoS 요구조건에 대한 기준이 명확하지 않은 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 3GPP표준에서 QoS 요구조건에 따라 분류한 서비스들을 사용해서 트래픽 모델을 정의하고 각 서비스를 Iub 인터페이스에서의 AAL2 계층과 ATM 계층 다중화와 스케쥴링 효과를 지연 특성을 중심으로 분석하고자 한다 [8,9]. AAL2/ATM 계층 다중화시 무선 프레임들을 모아 셀 하나를 만들 때 정해진 셀 페이로드를 채우는데 기다리는 시간을 CU_timer를 두어 제한하도록 했다 [1]. 이 CU_timer 길이가 길면 셀을 채우기 위해 기다리는 시간이 길어지게 되고, 짧으면 셀이 채워지지 않은 채 보내지게 되어 효율이 나빠지게 된다. 그래서 본 논문에서는 각 서비스의 특성을 고려하여 링크 효율을 높이고 지연을 줄이도록 CU_timer값을 설정하는 방법을 살펴보도록 한다.

스케쥴링 방법에 있어서 기존의 유선망에서는 폭넓게 연구가 되어 스케쥴링 성능을 높이기 위해 각 큐의 변화에 따라 가중치를 동적으로 세밀하게 할

Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd. www.dbpia.co.kr

당하는 방법도 제안되었지만 [10, 11], 무선 가입자망에서는 자원의 부족과 그런 변화를 측정하고 그에 따른 정교한 조정을 할 때 드는 계산상 오버헤드의 문제로 인해서 그대로 적용하기는 어렵다. 무선 가입자망은 특성상 핵심망으로의 빠른 전달을 목적으로 하기 때문에 단순하게 서비스들에 대한 분류가 없는 하나의 큐를 사용하는 FIFO (First In First Out) 방법을 쓰거나 음성, 데이터 서비스를 분류한 후 각 큐에 대해 가중치를 달리 할당하는 WRR (Weighted Round Robin) 방법을 기존의 연구에서 고려하였다 [3-7]. 그러나 QoS 관점에서 가중치를 할당하는 방법도 [12,13], 가중치를 할당할 때 명확한 기준이 제시되지 않은 단점이 있다. 그리고 여러 서비스 클래스별로 지연요구조건이 상위 클래스는 수 십ms 단위이고 하위 클래스는 수 초 단위이므로 그 차이가 크다. 그래서 각 클래스 별로 QoS를 보장할 수 있도록 가중치를 할당할 때 클래스 별 지연요구조건의 차이를 고려해야 한다. 본 논문에서는 여러 다양한 서비스들을 지연요구조건을 만족하도록 가중치를 설정한 변형된 WRR 스케쥴링 방법을 사용한다. 여기서, 스케쥴링시 각각의 서비스별로 버퍼를 두고 다중화하여 보내면 구조가 너무 복잡해지고 운용시 여러가지 상황에 따라 조절해야 하는 스케쥴링 파라미터들이 많아 최적화된 다중화 전송에 어려워지게 되므로 다양한 서비스 별로 지연요구조건을 충족시키면서 단순한 구조로 최적화된 다중화 전송을 할 수 있도록 운용할 수 있는 스케쥴링 방법을 제안하고 분석해 보기로 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 여러 서비스 트래픽들을 분류, 각 클래스 별로 요구되는 조건들을 알아보고, AAL2 구조와 동작에 대해 알아본다. III장에서는 Iub 인터페이스의 AAL2/ATM 링크 전송 모델을 설명하고 적용한 스케쥴링 방법을 알아본다. IV장에서는 모의실험의 트래픽 모델을 정의하고 모델별 파라미터들을 제시한다. V장에서는 모의실험 결과를 분석하고 마지막으로 VI장에서 결론을 제시한다.

II. 서비스 분류 및 AAL2 구조와 동작

1. 서비스 분류

3GPP 표준에서는 여러 서비스들을 각각의 QoS 파라미터에 대한 요구조건에 맞도록 분류하고 각 서비스의 특징을 제시하고 있다 [8, 9]. 그림 2에서 보는 바와 같이 지연요구조건에 대하여 대화형 (Conversational), 상호교신형 (Interactive), 흐름형 (Streaming), 배경형 (Background) 4개의 클래스로 분류하고 오류에 대해서도 오류 허용가능형

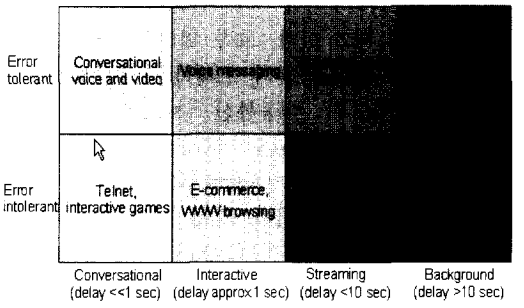


그림 2. QoS에 따른 서비스 분류

(Error tolerant) 과 오류 허용불가형 (Error intolerant) 으 로 분류하였다. 대화형 클래스는 실시간성의 가장 높은 단 대 단 지연요구조건을 갖고 있다. 여기에는 음성전화나 영상전화, 영상회의 같은 서비스들과 실시간으로 제어하는 상호교신 성격의 게임을 들 수 있다. 상호교신형 클래스는 응답을 요구하는 서비스들로 대표적인 웹브라우징 (Web browsing) 서비스를 들 수 있는데 서비스 성격은 비실시간성을 갖지만 지연 자체의 요구조건은 대화형 다음으로 높다. 흐름형 클래스는 한쪽 방향성을 갖고 지연변화에 민감한 서비스들로 영상서비스나 대용량 데이터전송, 사진전송 서비스 등이 있는데 서비스들은 실시간성을 갖고 있지만 지연요구조건 자체는 상호교신형 클래스보다 작다. 이는 지연 요구조건 보다 지연변화에 더 민감한 특성을 갖고 있기 때문이다. 마지막으로 배경형 클래스는 목적지까지 어느 시간내에 도달하는 지연조건이 특별히 없는 특성을 나타내며 팩스 (Fax)나 전자메일 (E-mail) 전송 서비스를 들 수 있다.

2. AAL2 구조와 동작

AAL2 계층구조는 두 개의 부계층인 CPS (Common Part Sublayer) 와 SSCS (Serivce Specific Conversion Sublayer) 으로 구성되어 있다. SSCS는 패킷을 분할하거나 조합하는 역할을 하고, CPS는 CPS 패킷들을 다중화, 역다중화하는 역할을 한다. 그림 3에서는 구체적인 AAL2 동작을 보여주고 있다. AAL2 SAP (Service Access Point) 를 통한 패킷들은 3 octet의 CPS 패킷 헤

Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd. www.dbpia.co.kr

더를 붙이게 되고, 한 개 이상의 CPS 패킷들을 모아 1 octet의 STF (STart Field) 를 붙여 ATM 셀의 페이로드 부분을 만들게 된다. 여기서 여러 CPS 패킷들을 다

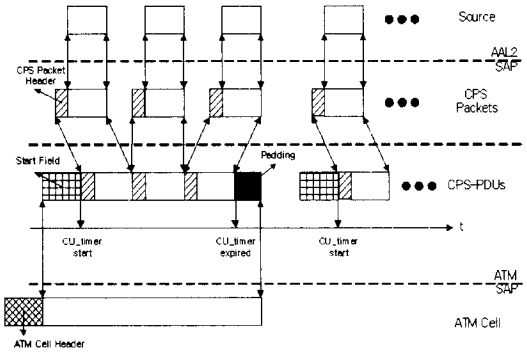


그림 3. AAL2 동작

중화할 때 CU_timer를 두어서 셀의 페이로드를 다 채우기 위해서 기다리는 시간을 조정한다. CU_timer가 만기가 되면 셀이 다 차지 않았더라도, 남은 부분을 패딩하여 ATM SAP을 통해 ATM 셀을 만들게 된다.

Ⅲ. Iub 인터페이스에서의 AAL2/ATM 링크 전송 모델

1. AAL2/ATM 링크 전송 모델 구조

Iub 인터페이스에서는 무선 링크상에서 올라오는 작은 무선 프레임들을 효율적으로 잘 처리하기 위해 AAL2/ATM 다중화전송기술을 사용한다. AAL2/ATM 링크 전송 모델은 다음과 같이 두 모델을 고려한다. 전송 모델 1에서는 그림 4와 같이 그림 2에서 분류한 여러 서비스들중에서 음성과 대화형 클래스의 데이터와 상호교신형 클래스의 데이터를 합한 지연민감 데이터 (Delay sensitive data), 흐름형 클래스의 데이터와 배경형 클래스의 데이터를 합한 지연둔감 데이터 (Delay insensitive data) 로 분류하였다. 전송 모델 2는 그림 5와 같이 전송 모델 1에서의 데이터 부분을 각 클래스 별로 분류하였다. 분류된 서비스들은 각각 AAL2 계층에서 다중화되고, AAL2/ATM 셀을 만들 때 각각 CU_timer를 설정하여 페이로드를 채우기 위해서 기다리는 시간을 제한한다. 이렇게 생성된 ATM cell들은 스케쥴러를 통해 ATM 계층에서 다중화되어 무선 네트워크 제어부인 RNC로 전송된다.

2. 스케쥴러

여기서 사용된 스케쥴러는 핵심망으로의 빠른 전

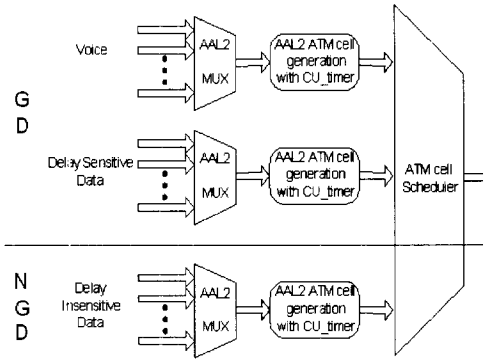


그림 4. Iub 인터페이스에서의 제안하는 AAL2/ATM 링크 전송 모델 1

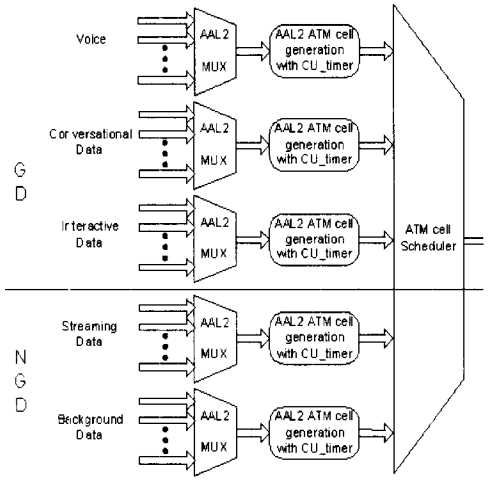


그림 5. Iub 인터페이스에서의 제안하는 AAL2/ATM 링크 전송 모델 2

달을 목표로 하는 무선 가입자망의 특성을 고려하여 기존의 방법으로는 클래스 별로 구분이 없는 FIFO 큐를 사용하는 스케쥴러와 각 서비스에 대해 고정대역을 할당하여 사용하는 스케쥴러를 쓴다. 제안하는 스케쥴러는 서비스를 우선 지연요구조건에 따라 두가지로 분류하는데 그림 2에서 대화형 클래스와 상호교신형 클래스는 지연에 민감한 클래스로 높은 지연요구조건에 맞도록 서비스하는 지연보장 (Guaranteed delay) 클래스로 분류하고, 또 흐름형 클래스와 배경형 클래스는 대화형이나 상호교

www.dbpia.co.kr
Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd.

신형보다 지연에 민감하지 않은 클래스로 낮은 지연요구조건에 맞도록 서비스하는 지연무보장 (Non guaranteed delay) 클래스로 분류한다. 이 지연보장 클래스와 지연무보장 클래스 각각에 버퍼를 두고, 각 버퍼에 가중치 W_{GD}, W_{NGD} 를 고려하여

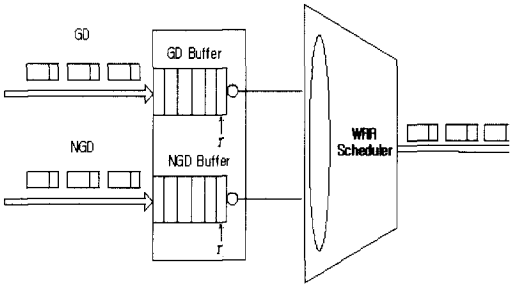


그림 6. 스케줄러 구조

동작한다. 그림 6에서는 스케줄러의 구조를 나타내었다.

전송 모델 1과 2를 나타낸 그림 4과 5에서도 스케줄러에서 분류하는 지연보장 클래스와 지연무보장 클래스를 표시하였다. 그림 2의 3GPP 표준에서 분류한 서비스들은 상위 클래스와 하위 클래스 간의 지연요구조건이 다르기 때문에 각 클래스별로 대화형 클래스에 대한 지연요구조건은 REQ_C, 상호교신형 클래스에 대한 지연요구조건은 REQ_I, 흐름형 클래스의 지연요구조건은 REQ_S, 배경형 클래스의 지연요구조건은 REQ_B 라 두었을 때, 지연보장 클래스의 지연요구조건 REQ_{GD} 은 대화형 클래스의 지연요구조건 REQ_C 에 맞추고 지연무보장 클래스의 지연요구조건 REQ_{NGD} 은 흐름형 클래스의 지연요구조건 REQ_S에 맞춘다. 가중치 W_{GD}, W_{NGD}는 각각 REQ_{GD}, REQ_{NGD} 를 만족하도록 할당한다. 여기서 W_{NGD} 는 1로 고정한다. 또, 각 큐에 문턱값 TH_{GD}, TH_{NGD}을 두어 셀 대기시간 T_1이 문턱값 TH_{GD} 을 넘게 되면 설정된 가중치 W_{GD}를 $Rate_{UP}$ 만큼 올려주어 지연보장 클래스 버퍼의 셀들을 지연요구조건 REQ_{GD}에 맞도록 처리하고, 셀 대기시간 T_2가 문턱값 TH_{NGD} 을 넘게 되면 설정된 가중치 W_{GD} 를 $Rate_{DOWN}$ 만큼 내려주어 지연무조장 클래스 버퍼의 셀들을 지연요구조건 REQ_{NGD} 에 맞추도록 처리하게 한다. 그리고 주어진 가중치에 따라 각 큐를 서비스할 때 서비스할 셀이 버퍼에 없으면 다른 버퍼의 셀을 처리하여 링크 효율을 높인다.

Ⅳ. 모의실험 환경

1. 트래픽 모델

그림 2에서 제시한 여러 다양한 서비스들 중 음성 서비스와 각 클래스 별 데이터 서비스를 입력 트래픽으로 고려하기로 한다. 각 서비스 사용자의 세션은 시뮬레이션 동안 계속 유지된다고 가정하고 트래픽 모델을 설정한다.

음성 트래픽의 경우 on 구간과 off 구간이 교대로 일어나는 on off 모델을 따른다. on 구간에서의 시간길이 확률변수 X_{on} 는 평균이 $\frac{1}{\lambda_{on}}$ 인 지수분포를 따르고, off 구간에서의 시간길이 확률변수 X_{off} 는 평균이 $\frac{1}{\lambda_{off}}$ 인 지수분포를 따른다. 음성전화 서비스는 12.2 Kbps AMR (Adaptive Multi Rate) 을 사용한다 [14].

데이터 트래픽의 경우는 패킷 발생과 패킷 도착간의 상호 간격 시간 (Inter arrival time) 을 갖는 모델을 생각한다. 패킷 크기 확률변수 X_P 는 최대 크기가 m 으로 제한되는 파레토 분포를 따르고, 패킷 도착간의 상호 간격 시간 확률변수 T 는 평균 $\frac{1}{\lambda_T}$ 인 지수분포를 따른다. 식 (1)은 확률변수 X_P 의 최소값이 k, 최대값이 m인 제한된 파레토 분포의 확률분포함수이고 식 (2)는 이 분포의 평균값을 나타낸다. 여기서 α는 파레토 분포의 형태를 결정하는 파라미터이다.

$$f(x_p)=\begin{cases}\dfrac{\alpha\cdot k^{\alpha}}{x_p^{\alpha+1}}, & k\le x_p<m\\ \dfrac{k^{\alpha}}{m^{\alpha}}, & x_p=m\\ 0, & otherwise\end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_m=\frac{1}{1-\alpha}\left[\frac{k^{\alpha}}{m^{\alpha-1}}-\alpha k\right] \quad (2)$$

사용된 서비스는 대화형 클래스의 상호교신 게임 서비스, 상호교신형 클래스의 웹브라우징 서비스,

Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd. www.dbpia.co.kr

흐름형 클래스의 사진전송 서비스, 배경형 클래스의

표 1. 음성 트래픽의 파라미터 값

Parameter	Value
$\frac{1}{\lambda_{on}}$	2.5 (sec)
$\frac{1}{\lambda_{off}}$	3.5 (sec)
Frame size	10 (ms)
Service rate	12.2 (kbps)

표 2. 클래스별 데이터 트래픽 파라미터 값

Parameter	Conversational	Interactive	Streaming	Background
μ_m	240 (bytes)	480 (bytes)	60 (kbytes)	200 (kbytes)
$\frac{1}{\lambda_T}$	0.5 (sec)	12 (sec)	2 (sec)	10 (sec)
μ_E	-	25 (ea)	-	-
k	50 (bytes)	81.5 (bytes)	22 (kbytes)	56 (kbytes)
m	6000 (bytes)	66666 (bytes)	147 (kbytes)	1.1 (Mbytes)
α	1.1	1.1	1.1	1.1
Frame size	10 (ms)	10 (ms)	10 (ms)	10 (ms)
Service rate	8 (kbps)	12 (kbps)	100 (kbps)	14.4 (kbps)

팩스 서비스를 고려하였다. 특히 상호교신형 클래스의 웹브라우징 서비스의 경우 패킷 발생시 여러 패킷이 한번에 발생하는 형태로 패킷 갯수 확률변수 E 는 평균이 μ_E 개인 기하분포를 따른다 [15].

각 서비스에 사용된 파라미터들은 서비스 특성을 고려하여 표 1, 2에서와 같이 합리적이 값으로 설정하였다 [15].

V. 모의실험 결과

우선 모의실험시 필요한 파라미터들을 표 3, 4에서 살펴보고, 그것을 기반으로 제안한 스케쥴링 방법을 비교하기 위해 지연과 링크 효율을 그 지표로 하여 성능을 비교하였다. 표 4에서 각 클래스별 요구조건은 그림 2에서 제시된 요구조건이 단대단을 의미하므로 그대로 적용하기 어렵다. 따라서 본 모의실험 환경인 Iub 인터페이스 전송링크를 고려하여 합리적인 값으로 설정하였고, 또 그에 따른 문턱값을 설정하였다.

그림 7-10는 본 논문에서 설정한 시뮬레이션 환경

표 3. 제안하는 링크 전송 모델의 각 서비스 클래스 별 CU_timer 파라미터 값

Model	Parameter	CU_timer value
Model 1	Voice	1 (ms)
	Delay sensitive data	1 (ms)
	Delay insensitive data	2 (ms)
Model 2	Voice	1 (ms)
	Conversational data	2 (ms)
	Interactive data	3 (ms)
	Streaming data	6 (ms)
	Background data	2 (ms)

표 4. 제안하는 링크 전송 모델 1,2의 스케쥴러 파라미터 값

Parameter	Value
$REQ_C(REQ_{GD})$	3 (ms)
REQ_I	30 (ms)
$REQ_S(REQ_{NGD})$	300 (ms)
REQ_B	600 (ms)
TH_{GD}	1 (ms)
TH_{NGD}	300 (ms)
W_{GD}	6
W_{NGD}	1
$Rate_{UP}$	1.3
$Rate_{DOWN}$	0.9

에서 각 서비스의 CU_timer 길이 변화에 따른 각 서비스의 링크 효율의 변화와 평균 링크 전송 지연의 변화를 나타내었다. CU_timer 길이가 길어지면 ATM 셀 안에 더 많은 트래픽이 들어갈 수 있기 때문에 링크 효율이 증가하게 되는데 서비스의 발생 특성과 사용자 수에 따라 더 이상 증가하지 않고 수렴하는 부분이 생기는 것을 그림 7과 9을 보면 알 수가 있다. 그리고 링크 전송 지연은 CU_timer 길이가 길어질수록 감소하다가 수렴하는 것을 그림 8과 10을 통해 알 수 있다. 이는 CU_timer 길이가 짧으면 셀이 채워지지 않고 패딩을 하여 셀을 만들게 되므로 낮은 링크 효율이 나타나고 동시에 그 만큼 셀 수의 증가가 있기 때문에 그 셀들을 서비스하는데 드는 시간이 많이 걸려 평균 지연이 높게 된다. 반대로 CU_timer 길이가 길면 셀이 다 채우면서 셀을 만들어 높은 링크 효율을 나타내고 동시에 셀 수도 감소하여 그 셀들을 서비스하는데 드는 시간도 줄게 된다. 그리고

Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd. www.dbpia.co.kr

CU_timer가 길어지면서 링크 효율이나 지연이 수렴

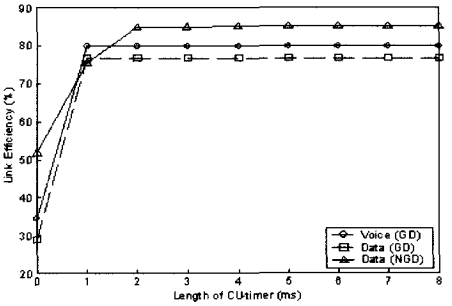


그림 7. 모델 1에서 CU_timer 길이의 변화에 따른 링크 효율의 변화

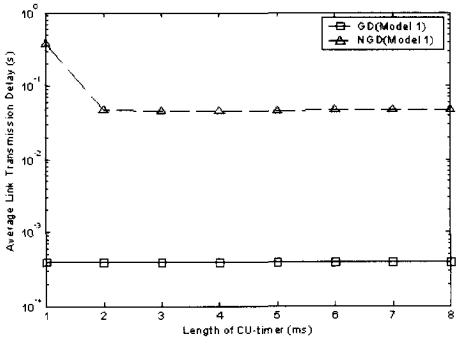


그림 8. 모델 1에서 CU_timer 길이의 변화에 따른 평균 링크 전송 지연의 변화

하게 되는 것은 만들어지는 트래픽 양으로 인해 CU_timer가 만기가 되기도 전에 셀이 만들어져 전송이 되므로 CU_timer 의 영향이 없어지게 된다. 따라서 CU_timer 값을 설정할 때 링크 효율이 높으면서 링크 전송 지연이 낮고 지연요구조건을 만족하는 값, 즉 그림 7-10에서 조건을 만족하면서 수렴이 시작되는 부분 이상의 값을 설정해 주는 것이 좋은 방안이 될 수 있다. 본 모의 실험에서는 표 1, 2와 같이 파라미터 값을 설정해준 상황에서 링크 효율과 지연요구조건을 고려해서 표 3과 같이 각 서비스에 대해서 CU_timer 값을 설정해 주었다.

그림 11과 12에서는 표 1-3에서와 같이 각 파라미터를 설정하고 클래스 별로 CU_timer의 길이를 설정한 후 제안한 링크 전송 모델 1과 2에서 W_{NGD} 는 1로 두고 W_{GD} 값을 변화해 가면서 각 클래스 별로 링크 전송 지연을 살펴보았다. 이 두 그림에서 보는 바와 같이 W_{GD} 값이 4이상이면 모델 1에서나 모델 2에서나 각 클래스 별로 지연요구조건을 만족하는 것을 알 수 있다.

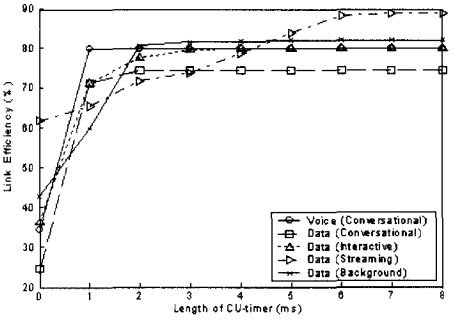


그림 9. 모델 2에서 CU_timer 길이의 변화에 따른 링크 효율의 변화

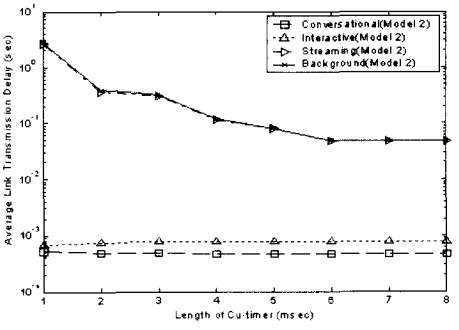


그림 10. 모델 2에서 CU_timer 길이의 변화에 따른 평균 링크 전송 지연의 변화

W_{GD} 값이 4이상에서 각 클래스 별로 링크 전송 지연 값이 수렴하는 것은 모의 실험시 설정한 트래픽의 양이 한정이 되어 있어서 GD 클래스에 가중치를 더 주어도 서비스 해야 할 트래픽이 없어 NGD 클래스의 셀을 서비스하는 현상이 발생하게 되기 때문이다. 즉, 링크 전송 지연 값은 설정한 W_{GD} 값이 증가해도 결국 수렴하게 되는데 수렴하는 부분은 트래픽의 양에 따라 달라지게 된다. 따라서 주어진 환경에서 각 클래스 별로 가중치를 설정할 때 각 클래스의 지연요구조건에 맞고 가중치를 변화해도 링크 전송 지연 값이 변하지 않는 구간에서 가중치를 설정하게 되면 지연요구조건의 보장, 즉 QoS의 보장을 고려한 가중치 설정 방안이 될 수 있다. 본 논문의 모의 실험에서는 표 4와 같이 W_{GD} 를 6으로 설정하였다.

그림 13-16에서는 전체 사용자 수를 증가시키면서

Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd. www.dbpia.co.kr

각 클래스 별로 스케쥴러의 성능을 분석하고자 링크 전송 지연을 살펴보았다. 사용자 수가 적은 경

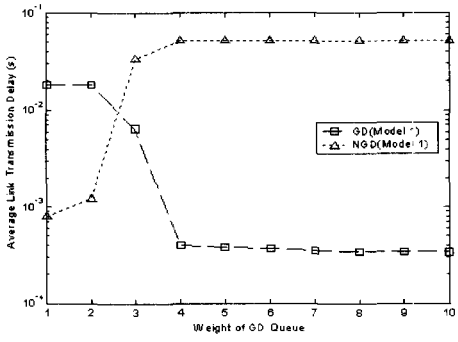


그림 11. 모델 1에서 W_{GD} 변화에 따른 GD, NGD 클래스의 평균 링크 전송 지연의 변화 ($W_{GD}=1$)

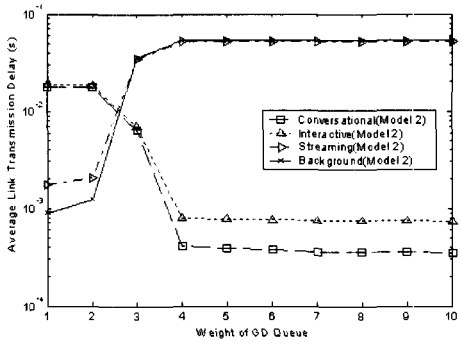


그림 12. 모델 2에서 W_{GD} 변화에 따른 각 클래스 별 평균 링크 전송 지연의 변화 ($W_{GD}=1$)

우, 즉 적은 트래픽의 경우 전체적으로 제안한 모델 1과 2가 FIFO와 고정대역보다 더 나은 성능을 보였고, 또 사용자 수가 많은 경우, 즉 많은 트래픽의 경우도 마찬가지로 제안한 모델 1과 2가 더 나은 성능을 보였다.

트래픽 양이 적은 경우를 생각해보기로 한다. FIFO의 경우 클래스 구분이 없고 지연요구조건이 고려가 안되어 각 클래스 별로 비슷한 지연을 나타나게 내었고, 고정대역의 경우 대화형 클래스와 상호교신형 클래스에 대해서 지연요구조건을 만족하지만 흐름형 클래스와 배경형 클래스에서는 지연요구조건을 만족하지 않는다. 따라서 FIFO와 고정대역보다 제안한 모델 1과 2가 더 좋은 성능이 나타남을 알 수 있다. 제안한 모델 1과 2의 경우 각 클래스 별로 지연요구조건을 흐름형 클래스를 제외한 다른 클래스에서 만족하는데 모델 1의 경우가 모델 2보다 더 좋은 성능을 보였다. 모델 1의 경우 다중

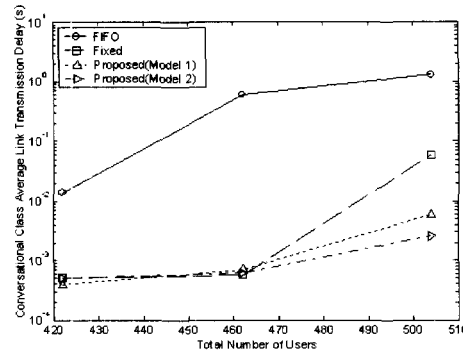


그림 13. 전체 사용자 수의 변화에 따른 대화형 클래스의 평균 링크 전송 지연의 변화

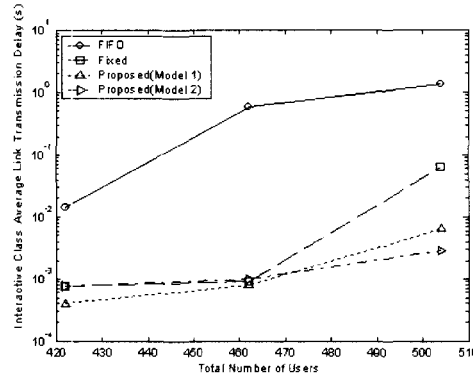


그림 14. 전체 사용자 수의 변화에 따른 상호교신형 클래스의 평균 링크 전송 지연의 변화

화시 두 클래스를 한번에 다중화하기 때문에 셀을 만드는데 적용되는 CU_timer 효과가 적고, 만들어지는 셀 수도 적게 되어 스케쥴러에서도 더 빨리 서비스되어 지연에 대해서 가장 좋은 성능을 낸다. 반면에 모델 2의 경우 다중화시 클래스 별로 따로 하기 때문에 CU_timer 효과가 모델 1보다 높아, 만들어 지는 셀 수도 많게 되어 스케쥴러에서도 그만큼 서비스하는데 걸리는 시간이 모델 1보다 더 걸리므로 모델 1보다는 성능이 뒤지게 된다. 따라서 트래픽이 적은 경우에는 복잡도도 높고 지연 성능에서도 뒤지는 모델 2보다 모델 1이 적합하다는 것을 알 수가 있다.

다음으로 많은 트래픽의 경우를 살펴보기로 한다. FIFO의 경우 적은 트래픽의 경우와 마찬가지로 클래스 구분이 없고 지연요구조건이 고려가 안되어 각 클래스 별로 비슷한 지연을 나타나게 내었고, 고정대역의 경우 대화형 클래스와 상호교신형 클래스

Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd. www.dbpia.co.kr

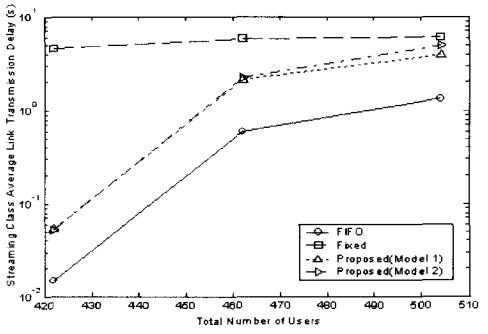


그림 15. 전체 사용자 수의 변화에 따른 흐름형 클래스의 평균 링크 전송 지연의 변화

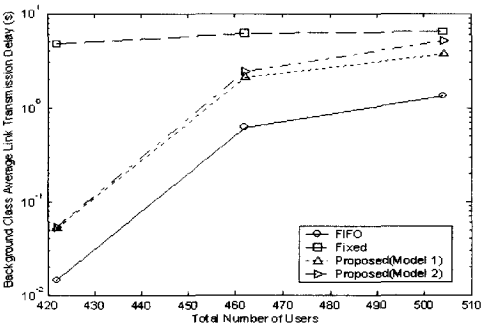


그림 16. 전체 사용자 수의 변화에 따른 배경형 클래스의 평균 링크 전송 지연의 변화

에 대해서 적은 트래픽의 경우 제안한 모델 1, 2와 비슷했지만 많은 트래픽의 경우에는 각 클래스에서 모델 1과 2 보다 성능이 좋지 않다는 것을 확인할 수 있었다. 적은 트래픽의 경우와 달리 대화형 클래스와 상호교신형 클래스에서 모델 2가 모델 1보다 더 좋은 성능을 보였다. 그것은 모델 1이 적은 트래픽의 경우 다중화시 다른 두 클래스를 한번에 다중화함으로써 CU_timer 효과를 적게 하고 셀 수를 감소시켜 지연을 낮추었지만 트래픽이 많아지면서 그런 효과보다 하나의 셀안에 다른 클래스가 같이 다중화되기 때문에 같은 클래스의 데이터 부분이 다른 클래스의 데이터에 의해 밀려서 셀이 만들어지기 까지 걸리는 시간이 더 걸리기 때문이다. 반면에 모델 2에서는 적은 트래픽의 경우 모델 1보다 성능이 좋지 않지만 많은 트래픽일때는 클래스 별로 다중화를 하기 때문에 모델 1보다 같은 클래스 데이터로 셀이 만들어지기 까지 걸리는 시간이 모델 1보다 적게 걸려 지연에서 더 좋은 성능을 보였다. 흐름형 클래스와 배경형 클래스의 경우에는 모델 1의 경우가 모델 2보다 더 좋은 성능을 보였는데 그것은 모델 1에서 대화형 클래스와 상호교신형 클래스에서 셀이 만들어지기 까지 걸리는 시간이 더 많이 걸리므로 단위 시간당 만들어지는 셀의 양은 모델 1이 모델 2보다 더 적게 된다. 따라서 모델 2에서는 모델 1보다 지연보장 클래스 큐에 쌓이는 셀이 많아지므로 설정되는 가중치가 모델 1보다 높아져 상대적으로 지연무보장 클래스 큐에 있는 셀을 처리하기 위한 가중치가 낮아지게 되어 흐름형 클래스와 배경형 클래스에서는 모델 1이 더 나은 성능이 나타나는 것이다. 따라서 트래픽 양이 많은 경우에 지연요구조건이 높은 클래스의 지연 보장을 위해서는 모델 2가 더 적합하다고 할 수 있다.

VI. 결론

본 논문에서는 Iub 인터페이스에서 다양한 QoS 요구조건을 갖는 서비스들에 대하여 그 요구조건을 만족하도록 가중치를 두는 스케쥴링 방법을 사용한 AAL2/ATM 링크 전송 방안을 제안했다. 제안한 방법을 기존의 FIFO나 고정대역 할당 방법과 비교하기 위해 모의실험을 통하여 링크 전송 지연을 지표로 하여 그 성능을 분석하였다. 성능 분석시 CU_timer와 가중치를 선택하는데 있어서 CU_timer 설정시에는 링크 효율과 지연을 고려하고, 가중치 설정시에는 지연요구조건에 맞도록 고려하는 방안을 제시하였다. 그렇게 설정한 파라미터로 각 스케쥴링 방법을 비교한 결과 제안한 모델 1과 2가 FIFO나 고정대역 할당 방법보다 더 나은 성능이 나타남을 보였다. 그리고 적은 트래픽의 경우에는 모델 1이 모델 2보다 더 나은 성능을 보임에 따라 복잡도가 높고 낮은 성능을 보이는 모델 2보다 모델 1이 더 적합하다는 것을 알 수가 있고, 많은 트래픽의 경우에는 지연요구조건이 높은 클래스의 지연 보장에 대해서 모델 2가 모델 1보다 더 강인하다는 것을 알 수가 있어 모델 2가 더 적합하다는 것을 알 수 있다. 따라서 3세대 망 구축시 Iub 인터페이스 부분에서 제안한 모델을 사용한다면 망을 운용하는데 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] ITU T Recommendation I.363.2, "B ISDN ATM Adaptation layer specification: Type 2 AAL," Nov. 2000.

Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd. www.dbpia.co.kr

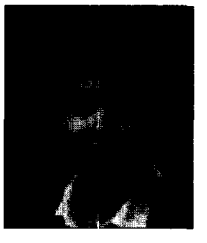
[2] 3GPP TS 25.430, "UTRAN Iub Interface: general aspects and principles," Jun. 2002.
[3] O. Isnard, J. M. Calmel, A. L. Beylot and Guy Pujolle, "Handling Traffic classes at AAL2/ATM layer over the Logical Interfaces of the UMTS Terrestrial Radio Access Network," *In Proc. 11th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communication*, Vol. 2, pp. 1464 1468, London, England, Sep. 2000.
[4] G. Eneroth, G. Fodor, G. Leijonhufvud, A. Racz and I. Szabo, "Applying ATM/AAL2 as a Switching Technology in Third Generation Mobile Access Networks," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 37, No. 6, pp. 112 122, Jun. 1999.
[5] S. Nananukul and S. Kekki, "Simulation Studies of Bandwidth Management for the ATM/AAL2 Transport in the UTRAN," *In Proc. IEEE Vehicular Technology Conference (VTC) 2002 Fall*, Vol. 2, pp. 1134 1138, 2002.
[6] W. Park, J. H. Chung and D. K. Sung, "AAL2/5 ATM Link Transmission Schemes for Realtime and Nonrealtime Packets," *presented at CDMA International Conference 2001*, Seoul, Korea, 2001.
[7] J. L. C. Wu, C. H. Huang and R. T. Sheu, " Performance Study of AAL2 Protocol for Low Bit Rate Multimedia Services," *In Proc. 15th International Conference on Information Networking 2001*, pp. 793 798, 2001.
[8] 3GPP TR 22.105, "Services and Service Capabilities," Jun. 2002.
[9] 3GPP TR 23.107, "QoS Concept and Architecture," Jun. 2002.
[10] J. R. Gallardo, D. Makrakis and M. Angulo, "Dynamic Resource Management Considering the Real Behavior of Aggregate Traffic," *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol. 3, No. 2, pp. 177 185, Jun. 2001.
[11] S. I. Maniatis, E. G. Nikolouzou and L. S. venieris, " QoS Issues in the Converged 3G Wireless and Wired Networks," *IEEE Communications Magazine*, pp. 44 53, Aug. 2002.
[12] Y. Guo and H. Chaskar, "Class Based Quality of Service over Air Interfaces in 4G Mobile Networks," *IEEE Communications Magazine*, pp. 132 137, Mar. 2002.
[13] P. Stuckmann and F. Muller, "Quality of Service Management in GPRS Networks," *In Proc. the IEEE International Conference on Networking (ICN '01)*, pp. 276 285, Colmar, France, Jul. 2001.
[14] 3GPP TS 26.975, "Performance Characterization of the AMR Speech Codec," Jun. 2002.
[15] 3GPP TR 25.933, "IP Transport in UTRAN," Jun. 2002.

정 창 용(Chang-Yong Jung) 준회원

2000년 2월: 한양대학교 수학과 이학사
2002년 2월: 한국과학기술원 전자전산학과 공학석사
2002년 3월 ~ 현재: 한국과학기술원 전자전산학과 박사과정

<주관심분야> 차세대 이동통신망 및 networking 기술

정 조 운(Jo-Woon Chong) 준회원



2002년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학사
2002년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술원 전자전산학과 석사과정

<주관심분야> 차세대 이동통신망 및 networking기술

Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd. www.dbpia.co.kr

황 호 영(Ho-Young Hwang) 준회원

2000년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학사
2002년 2월 : 한국과학기술원 전자전산학과 공학석사
2002년 3월~현재 : 한국과학기술원 전자전산학과 박사과정
2002년 ~ 현재 : 미국 국립표준기술연구소 방문연구원

<주관심분야> 차세대 이동통신망, 유무선 인터넷망, QoS

성 단 근(Dan-Keun Sung) 정회원

1975년 2월 : 서울대학교 전자공학과 공학사
1982년 8월 : 텍사스 주립대학전기 및 컴퓨터 공학과 공학석사
1986년 5월 : 텍사스 주립대학 전기 및 컴퓨터 공학과 공학박사
1977년 ~ 1980년 : 한국전자통신연구원 전임연구원
1986년 ~ 현재 : 한국과학기술원 전자전산학과 교수
1993년 ~ 1994년 : 정보통신진흥원 교환관리위원
1996년 ~ 1999년 : 위성연구센터 소장
2002년 ~ 현재 : 미국 국립표준기술연구소 방문연구원
2000년 ~ 현재 : JCN 국제저널 편집위원
2002년 ~ 현재 : IEEE Communications Magazine 편집위원
2003년 ~ 2005년 : IEEE ICC 2005(Seoul), TPC Vice-Chair
2003년 ~ 2004년 : JCCI 학술대회 조정위원장
1992년 : 국민훈장 동백상
1997년 : MoMuC Paper Award 및 KAIST 연구업적상
2000년 : APCC 2000 Best Paper Award 및 KAIST 학술상

<주관심분야> 차세대 이동통신망, 멀티서비스 교환, 유무선 인터넷 망, 트래픽 제어기술, Ad hoc 통신망, UWB Networking 기술

정 수 성(Soo-Sung Jung) 정회원

1980년 : 한양대학교 전자통신과 공학사
1987년 : 한양대학교 전산학석사
1989년 : 벨지움 브리쉘대 전산학 석사
1993년 : 전기/정보통신 기술사
1980년 : 체신부임용/ 기술고시 15회
1982년~2002년 : 한국통신 근무
1987년~1989년 : 벨기에 아카텔사 파견근무
1996년~1998년 : 인도 MODI코리아텔레콤 사장/국장
2000년 : 정보통신연구진흥원 파견, 통신기술전문위원(상무보)
2001년~2003년 : KT아이컴 상무이사
2003년~현재 : KTF 상무

<주관심분야> IMT-2000 이동통신 시스템 및 QoS

방 만 원(Man-Won Bang) 정회원

1974년 : 명지대학교 전자공학과 공학사
1977년 : 명지대학과 전자공학과 석사
1987년 : 명지대학과 전자공학과 박사
1979년~1988년 : 일본 관동대학 전자공학과 부교수
1982년~1983년 : 일본 동경대학 전기공학과 외국인 연구원
1987년~1990년 : 한국전자통신연구소 초빙연구원
1990년~1993년 : 목포대학교 공업기술연구소 연구부장
1998년~현재 : 목포대학교 공과대학 전자공학과 교수

<주관심분야> 신호처리, 차세대통신망 및 QoS

Copyright (C) 2002 Nuri Media Co., Ltd. www.dbpia.co.kr