

DQDB방식을 사용한 B-ISDN 액세스망의 트래픽 특성 연구

正會員 金 華 鍾* 正會員 梁 은 샘*

Traffic characteristics of the DQDB-based B-ISDN access network

Hwa Jong Kim*, Eun Saem Yang* *Regular Members*

要 約

본 논문에서는 IEEE 802.6 DQDB MAN이 B-ISDN의 액세스망으로 사용되는 경우에 필요한 연동장치(IWU : Interworking Unit)의 트래픽 특성을 시뮬레이션으로 예측하고, B-ISDN에서 정의한 서비스 등급에 따른 트래픽 처리방안과 릴레이계층, 트래픽제어 기능을 분석하였다. 연동장치에서의 트래픽처리 성능을, 슬롯의 대기지연, 슬롯 분실률, DQDB 노드간의 공정한 대역사용의 관점에서 고찰하였으며, 연동장치를 통하여 외부로 전송되는 트래픽의 비율에 따른 특성을 관찰하였다. IWU에 트래픽이 집중되어 대기 지연이 증가되는 현상을 해결하는 알고리즘을 제안하였으며 실험 결과 연동장치의 버퍼가 40개 이상이면, 트래픽이 0.9 이하에서 유한한 버퍼 크기에 의한 슬롯 분실률이 거의 '0'이 되고 DQDB 액세스 망의 모든 노드에서 대기지연이 15 슬롯시간 이하임을 알 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we analyze a traffic control schemes at the interworking unit(IWU) of the IEEE 802.6 DQDB MAN and the B-ISDN, and estimate its performance via computer simulations. We also study traffic management, relaying sublayers for the cases of four service classes defined in the B-ISDN. As for performance criteria, we consider slot waiting time, slot loss rate, and the fairness between DQDB nodes in access networks. We propose a simple control algorithm that decreases the waiting delay at the IWU. With the buffer size of 40 [slots] at the IWU, we have found that the slot loss rate was nearly zero at traffic load below 0.9, and the slot waiting time became less than 15 slot times.

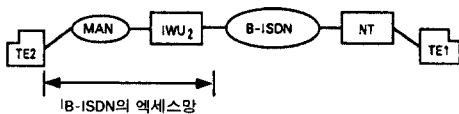
*江原大學校 電子工學科
Dept. Electronics Engr. Kangwon National University
論文番號 : 93-68

(Local Area Network)뿐만 아니라 FDDI(Fiber Distributed Data Interface), DQDB(Distributed Queue Dual Bus) 등의 고속 LAN 혹은 MAN(Metropolitan Area Network)을 상호 연결시키는 WAN(Wide Area Network)으로 사용될 것으로 주목받고 있다. B-ISDN이 보급되는 초기에는 비교적 복잡하지 않은 기능을 추가하여 많은 가입자를 수용할 수 있는 비연결성 서비스가 제공될 것이며 이를 위한 CLNAP(Connectionless Network Access Protocol)가 제정되고 있다. 차후에 B-ISDN이 폭넓게 사용되기 위하여는 궁극적으로 음성 및 영상신호 서비스를 위한 연결성 서비스를 제공하여야 하며 전화망, 패킷 데이터망과의 연동 그리고 연결성 서비스를 제공하는 고속 LAN, MAN과의 연동이 필요하다.

이와 같은 B-ISDN과 타 통신망과의 연동과 관련하여 최근 많은 관심을 끌고 있는 것이 IEEE 802.6 DQDB MAN과 B-ISDN의 접속이다[1]-[3]. MAN과 B-ISDN의 접속방안에 관하여는 응용분야, 발전 시나리오, 구현 방법 등의 관점에 따라 여러가지 방안이 제안되고 있으나, 이를 다음과 같이 두가지 접속형태로 정의할 수 있다. 첫째 B-ISDN이 고속 LAN, MAN에서 발생하는 DQDB의 IMPDU(Initial MAC Protocol Data Unit), IEEE 802.3, 4, 5의 MAC 프레임, IP(Internet Protocol) 패킷 등을 전달하는 망으로 동작하는 경우와, 둘째로 MAN이 B-ISDN의 액세스망으로 동작하는 경우로 나눌 수 있으며 이들의 차이점을 그림 1에 나타냈다.



(a) B-ISDN이 전달망으로 동작하는 경우
(a) B-ISDN works as a transit network



(b) MAN이 B-ISDN의 액세스 망으로 동작하는 경우
(b) MAN works as an access network to B-ISDN

그림 1. MAN과 B-ISDN의 접속형태
Fig. 1. Interworking types of MAN and B-ISDN

그림 1(a)에서 IWU1은 위에 기술한 바와 같이 하나의 MAN에서 발생한 트래픽이 B-ISDN을 통하여 다른 MAN에 효율적으로 전달되게 하기 위하여 상대방 IWU1과 통신하는 것이라고 볼 수 있다. 즉, IWU1들과 B-ISDN을 통하여 사용자는 확장된 MAN을 사용할 수 있게 된다. 그림 1(b)에서 TE2는 DQDB MAN 내부 사용자로서 DQDB 노드간의 접속 혹은 DQDB MAN이 근간망으로 연결하고 있는 다른 LAN과 접속하는 것이 본래의 목적인 사용자를 말하며 MAN이 IWU2로 B-ISDN과 접속됨으로써 B-ISDN을 저렴하게 액세스할 수 있게 된다[4]. 이 경우에 IWU2는 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 프로토콜로 전달되는 B-ISDN 서비스를 MAN을 통하여 TE2 사용자에게 전달할 수 있어야 한다.

위에 정의한대로 IWU1과 IWU2는 기능상으로 차이가 있다. 그러나 실제로 MAN과 B-ISDN이 접속 되도록 하기 위하여는 임의의 사용자들을 모두 수용할 수 있도록 하여야 하므로 위의 두가지 기능을 모두 가진 IWU이 구현되어야 할 것이다. 본 논문에서는 먼저 그림 1(b)의 접속형태에서 접속장치의 트래픽 처리방안과 특성을 연구하였으며 이는 그림 1(a)에도 적용될 수 있다. 서론에 이어 2장에서는 MAN과 B-ISDN 연동장치에서의 서비스별 트래픽 처리방안과 접속이 이루어지는 릴레이 계층의 선택에 관하여 분석하고 3장에서는 트래픽 제어 기능을 정의한다. 4장에서는 제안된 알고리즘의 트래픽처리 방안과 이의 특성을 시뮬레이션을 통하여 관찰하며 5장에서 결론을 맺는다.

II. DQDB MAN과 B-ISDN의 접속 기능

접속장치에 구현되어야 할 기능은 DQDB 노드로서 AU(Access Unit)의 기능, ATM 인터페이스 기능, 그리고 릴레이 기능으로 분류할 수 있다. 릴레이 기능은 호 및 접속 기능, 주소법 및 경로배정 방식, 트래픽 처리, 관리 기능의 연동 등으로 이루어지며 [5] 본 장에서는 이 중에서 트래픽 처리 기능과 접속 계층에 대하여 살펴보겠다.

2.1 트래픽 처리 방안

B-ISDN에서는 A, B, C, D의 4가지 서비스 등급을 정의하고 있고 MAN에서는 LLC(Logical Link Control) 서비스를 위한 MCF(MAC Convergence Function)이 정의되어 있으며 등시성 서비스를 위한 ICF

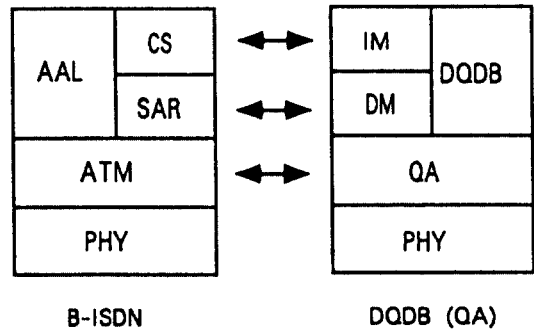
(Isochronous Convergence Function)가 연구중이다[6].

표 1에 B-ISDN 서비스를 DQDB의 QA(Queued Arbitration) 및 PA(Pre-Arbitration) 액세스 프로토콜과 연동시키는 방안을 비교하였다. 방안 1은 A종 서비스를 DQDB의 PA 액세스로 연동시키는 방안이며, 방안 2는 연결형 서비스인 A, B, C 종 서비스를 PA 액세스로 연동시키는 방안이다. 방안 3에서는 A-D 종의 모든 서비스를 QA 액세스로 연동하며 등시성 서비스만을 PA 액세스로 처리하는 것이다. 즉, 방안 3에서는 A종 서비스중 등시성 서비스 이외의 서비스가 QA 액세스로 지원 가능하다고 보는 것이다. 방안 3을 제안하는 근거로는 현재 AAL(ATM Adaptation Layer)-1 PDU가 한 이용자에게 모두 할당되는 것과 달리 DQDB PA 액세스 슬롯에서는 오프셋(Offset)을 사용하여 이용자를 옥텟(Octet) 단위로 구분하기 때문에 발생하는 문제를 해결하는데 유리하기 때문이다.

연동장치에서의 트래픽 특성은 PA 액세스에 의한 부분과 QA 액세스에 의해 지원되는 부분으로 나눌 수 있다. PA 액세스를 이용하는 트래픽은 고정된 대역을 배정받아 사용하므로 DQDB내의 순시적인 트래픽 변화에는 큰 영향을 주지 않으며 QA 액세스를 이용한 트래픽이 연동장치에서의 슬롯의 분실률, 대기 지연에 주로 영향을 주게 되므로, 본 논문에서는 QA 액세스에 의한 연동장치의 트래픽 특성을 연구 대상으로 한다.

2.2 접속 계층

두 통신망이 낮은(부) 계층에서 접속이 이루어질수록 릴레이 기능이 최소화되나 이때에는 통신망이 융통성있는 다양한 기능을 제공하기 어렵다. 반면 접속이 보다 높은 계층에서 이루어지는 경우, 예를 들어 OSI 계층 3이 릴레이에 관여하는 경우의 장점으로서는 네트워크 계층의 주소를 사용하므로 전체망을 분할하여 운영할 수 있고, 장애 발생시의 고립화에도 유리하나, 이 경우의 단점은 접속기에서의 처리 오버



CS : Convergence Sublayer
 SAR : Segmentation And Reassembly
 IM : IMPDU 처리 부계층
 DM : DMPDU 처리 부계층

그림 2. B-ISDN과 DQDB QA 프로토콜의 계층대응
 Fig. 2. Protocol mapping of B-ISDN and DQDB QA

표 1. B-ISDN 서비스와 DQDB MAC 프로토콜 적용 방식
 Table 1. B-ISDN Service classes and DQDB MAC protocols

방안	B-ISDN 서비스	DQDB		특 징
		수렴기능, 액세스 방식		
1	A종	ICF	PA 액세스	· CBR서비스는 ICF로 처리 · B, C, D 종을 QA로 처리
	B, C 종	COCF	QA 액세스	
	D 종	MCF	QA 액세스	
2	A 종	ICF	PA 액세스	· D 종만을 QA로 처리 · 연결형 서비스는 PA로 처리
	B, C 종	COCF	PA 액세스	
	D 종	MCF	QA 액세스	
3	등시성(A)	ICF	PA 액세스	· 등시성 서비스를 별도로 처리 · PA를 가능한 적게 이용 · A·D 종을 모두 QA로 처리 가능
	A, B, C 종	COCF	QA 액세스	
	D 종	MCF	QA 액세스	

헤드가 크다는 것이다. 최적의 접속 계층은 제공할 서비스에 따라서, 또한, 구현 방법에 따라 다르게 선택될 수 있다.

B-ISDN과 IEEE 802.6 MAN, 두 통신망의 부계층들을 서로 대응시키는 표준안은 없으나, 각 통신망의 부계층에서 다루는 PDU의 유사성의 관점에서는 비연결성(CL: Connectionless) 데이터 서비스의 경우에 그림 2와 같은 대응관계를 정의할 수 있으며 B-ISDN과 MAN과의 접속에서 사용 가능한 접속계층을 다음과 같이 세가지 경우로 나누어 볼 수 있다 [7](그림 3참조).

(1) Relay-I(셀 릴레이 형태)

셀 및 슬롯 헤더의 처리만으로 릴레이가 이루어지는 경우이다. B-ISDN의 ATM 계층상위에서 그리고 MAN의 MAC 계층 상위에서 릴레이 기능이 수행되며 53 옥텟의 셀을 릴레이의 PDU로 한다. 이것은 셀 릴레이라고 불리울 수 있으며 접속계층으로 가장 낮은 경우이다. 사용자 평면에서 이상적으로는 셀 단위의 릴레이가 하나의 셀 전송시간 이내에 처리될 수 있어야 하며 이를 중시하는 응용에서는 Relay-I이 사용되어야 한다.

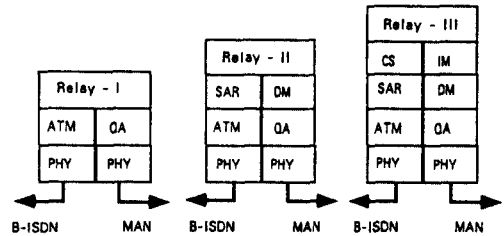
(2) Relay-II(브리지 형태)

B-ISDN의 SAR(Segmentation And Reassembly) 부계층 위에서, DQDB의 DM(Derived MAC) 부계층 위에서 동작하며 CS(Convergence Sublayer)-PDU를 릴레이의 PDU로 한다. DQDB MAN의 방향으로는 IMPDU를 처리한다. Relay-II의 동작은 IEEE 802 MAC 브리지와 유사하며 그림 1(a)의 접속형태에서 초기에 사용될 수 있다. Relay-II는 브리지에서처럼 송수신지 주소를 MAC PDU를 받을 때 마다 매번 처리하여야 하나, Relay-II를 사용하는 경우에는 LAN과 MAN을 동시에 지원하기에 유리하다.

(3) Relay-III(라우터 형태)

이것은 B-ISDN의 AAL 상부 그리고 DQDB의 IM(Initial MAC) 부계층 상부에서 동작한다. IM 부계층은 제공하는 서비스에 따라 MCF(MAC Convergence Function), ICF(Isochronous Convergence Function), COCF(Connection Oriented Convergence Function)중의 하나가 될 수 있으며 그림 3에는 편의상 비연결성 서비스인 경우만(IM) 표시하였

다. Relay-III는 OSI 계층 3에서 정의된 망간 접속 기술들(주소법, 라우팅 알고리즘)을 사용할 수 있으므로 편리한 반면 고속의 연동을 요구하는 경우에는 적합하지 못하다. Relay-III는 X.75 망이나, IP의 연결, SMDS(Switched Multi-megabit Data Service) 제공망 등과의 연결에 사용될 수 있다.



* DM, IM은 서비스 종류에 따라 ICF나 COCF로 대체된다.

그림 3. MAN과 B-ISDN의 접속 계층 종류

Fig. 3. Relay schemes of MAN and B-ISDN

Ⅲ. 트래픽 제어 기능

연동장치에서의 트래픽 제어 기능을 호 설정단계와 셀 전달 단계로 나누어 볼 수 있다. 호 설정 단계에서의 주요 기능으로는, E.164 어드레스를 포함하는 DQDB BOM(Beginning of Message) 슬롯을 분석하고 B-ISDN에서 사용될 VPI/VCI(Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier)를 배정하고 전송대역의 협상 및 할당이 이루어진다[5].

각 서비스가 필요로 하는 전송대역의 크기는 트래픽 부하에 따라 유동적으로 할당되어야 하는데, DQDB MAN에서는 PA(동시성 채널)에 확정된 대역(슬롯)을 할당 한 후 나머지는 QA로 할당하며, 연결성 서비스는 비연결성 서비스보다 우선적으로 대역을 할당해야 할 것이며 동시성 채널과 연결성 서비스가 사용할 대역의 비율이 미리 정해져야 한다.

셀 전달 단계에서는 연동장치에서 슬롯(셀)이 연속적으로 릴레이되어야 한다. 이를 위해 라우팅 테이블(routing table)의 탐색이 고속(수 micro sec 이내)으로 이루어져야 한다. 일반적으로 작은 규모의 망에서는 고정된, 중앙 집중식으로 개정되는 표 개정 방법을 사용하고 큰 규모의 망에서는 투명성(transparent) 브리지에서와 같은 자기 학습(self-learning) 알고리즘이 필요하다.

약정된 대역을 초과하여 사용하였거나 CLP(Cell Loss Priority)가 설정된 셀이 빈번히 발생할 때에는 셀단위로 버리는 것보다 하나의 메시지를 구성하는 셀들을 선택하여 메시지단위로 버리는 방법이 중단 간의 재전송 양을 줄이게 된다.

한편, B-ISDN UNI(User Network Interface)에서 GFC(Generic Flow Control)의 기능은 첫째로, 연결성 CBR(Constant Bit Rate) 및 VBR(Variable Bit Rate) 서비스에 대하여 전송대역을 보상하고 셀 변동(jitter) 범위를 제어하도록 하며 둘째로, 이와같이 전송대역이 보장된 서비스 이외의 서비스에 대하여 나머지 대역을 “공정하게” 사용하도록 제어하는 것이다[8]. 특히 B-ISDN의 CPN(Customer Premises Network)이 다중매체 구조를 갖는 경우에 GFC가 다중 액세스 기능을 제공하도록 하는 것이 연구되고 있다. B-ISDN을 MAN과 연동시키는 관점에서 보면 GFC의 위의 두번째 기능은 MAN의 MAC 프로토콜이 포함하고 있다고 할 수 있다. 따라서 MAN/B-ISDN 연동장치에서는 GFC 내용을 무시하거나 DQDB의 우선순위 배정에 참고하는 방안이 가능할 것이다.

연동장치(IWU)에서 발생하는 다른 문제점으로는 첫째, IWU에 트래픽이 집중됨으로써 슬롯 전송 지연과 슬롯 분실률이 증가한다는 것과, DQDB 액세스망 내의 다른 노드들이 공정하게 전송대역을 사용하는데 영향을 준다는 것이다. 본 논문에서는 DQDB 노드 중에 IWU로 동작하는 노드가 자신의 BBM(Bandwidth Balancing Modulus) 값을 조절함으로써 위와 같은 문제를 해결하는 방안을 제시하고 이의 성능을 4장에서 검토하였다.

IV. 트래픽 특성 시뮬레이션

MAN과 B-ISDN 연동장치에서의 트래픽 특성과 관련한 성능측정 요소를 DQDB MAN과 관련한 부분과 B-ISDN과 관련한 부분으로 나누면 다음과 같다.

(1) DQDB MAN과 관련한 요소

- DQDB MAN 노드들의 공정한 전송채널 사용
- QA 슬롯 액세스 지연과 전송 버퍼에서의 대기시간
- 유한한 버퍼 크기에 의한 슬롯 분실률
- 우선순위 배정 방식의 정확성 및 위의 성능에 미치는 영향

(2) B-ISDN과 관련한 요소

- 호 허용 방식의 정확성 및 호 거절 확률
- 대역할당 알고리즘의 효율성
- 우선순위 처리방식의 효율 및 셀 분실 확률

4.1 시뮬레이션 모델

본 논문에서는 먼저 위의 성능 중에 DQDB MAN과 관련한 부분을 실험하였다. B-ISDN에서의 대역 할당 및 호 접속과 관련된 알고리즘은, 효율을 극대화시키기 위하여는 매우 복잡한 알고리즘을 사용하여야 하나, 일단 IWU와의 접속을 위하여 충분한 대역을 가진 채널이 B-ISDN내에 있다고 가정하였다. 시뮬레이션에 사용한 통신망 구성은 그림 4와 같으며 사용된 파라미터는 표 2와 같다.

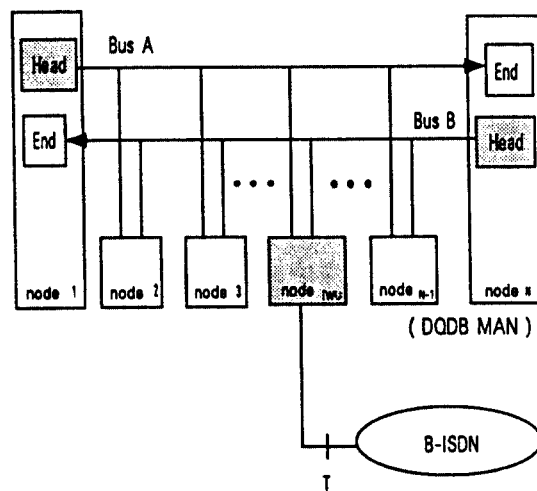


그림 4. MAN/B-ISDN 접속 시뮬레이션 모델

Fig. 4. Simulation model of MAN/B-ISDN interworking

표 2. 네트워크 시뮬레이션 파라미터

Table 2. Network simulation parameters

전송속도 : C = 155.520 Mbps
노드수 : N = 20
망의 크기 : 30 슬롯 전송 거리 (22.7 km)
IWU의 헤드로부터의 위치 : I = 10 (가변)
QA 액세스 트래픽 비율 : 80% (PA : 20%)
Bandwidth Balancing Modulus : BBM = 8 (초기값)

DQDB MAN에서 발생한 데이터중 QA 액세스 방식으로 처리되는 부분을 구현하였다. 이중버스 구조에서 양방향의 트래픽 특성이 동일하다고 가정하였고, 따라서 한 방향의 버스 특성만을 시뮬레이션 하였다. DQDB망은 개방형 이중 버스 구조를 사용하였으며, 버스에 연결된 노드간의 거리는 등간격으로 하였다. 각 노드가 전송할 패킷은 서로 독립적으로 발생하며 목적지가 고르게 분포한다고 가정하였다. IWU를 통하여 DQDB 망의 외부로 나가거나 B-ISDN으로부터 유입되는 트래픽이 없는 경우에, 노드가 헤드에서 멀수록 전송할 패킷은 상대적으로 적을 것이므로 헤드로부터 i번째 있는 각 노드의 트래픽 부하는 $load_i = (N-i) * load_{(N-1)}$ 가 된다(N: 노스 수). 각 패킷의 도착 시간 간격은 지수분포를 갖는다고 가정하였다. DQDB 망이 처리하는 총 트래픽 부하 $\rho = \sum_{i=0}^{N-1} load_i$ 로 부터 상수 $load_{(N-1)}$ 을 구할 수 있다.

위의 경우와 달리, IWU로 동작하는 노드에 보다 많은 트래픽이 인가되는 경우에 각 노드에서 발생하는 트래픽을 구하겠다. 먼저 DQDB 망이 처리하는 총 트래픽 중에 IWU를 통과하는 트래픽 비율을 Out-Ratio라 하겠다. 즉,

$$OutRatio = \frac{IWU를\ 통과하는\ 트래픽\ 량}{DQDB가\ 처리하는\ 총\ 트래픽\ 량} \quad (1)$$

본 시뮬레이션에서는 OutRatio가 각각 20%, 50%, 70%인 경우를 고려하였다.

각 노드에 인가되는 트래픽을 구하기 위하여, 먼저 각 노드의 상대적인 트래픽 비율을 구하고 전체 부하로부터 비례 상수(a)를 구하도록 한다. DQDB 헤드와 IWU로 동작하는 노드 사이에 위치하는(상위) i번째 노드들의 트래픽 밀도는 식 (2)와 같다(I: IWU 노드의 헤드로부터의 위치).

$$a \times \frac{N-i-1+iwu_traffic}{N-2+iwu_traffic} \quad (1 \leq i < I) \quad (2)$$

여기서 a는 비례 상수이고 iwu_traffic은 IWU에서 발생하는 트래픽으로서 $iwu_traffic = (N-1) * Out-Ratio / (1-OutRatio)$ 이다. 여기서 주목할 것은 전체 트래픽중 $(1-OutRatio)$ 부분은 DQDB의 모든 노드에서 발생시키고 전체 트래픽중 OutRatio 부분은 IWU의 상위 노드만이 발생시키고 있다. IWU로 동작하는 노드에 인가되는 트래픽 밀도는 $(I \neq N)$

$$a \times \frac{(N-1) \times iwu_traffic}{N-1} \quad (3)$$

이며 IWU로 동작하는 노드보다 하위에 있는 i번째 노드의 트래픽 부하는

$$a \times \frac{N-i}{N-2+iwu_traffic} \quad (I < i \leq N) \quad (4)$$

이 된다. 이렇게 구해진 각 노드 트래픽 부하의 합은 이 망에 인가된 총부하가 되므로 주어진 총부하(ρ)로부터 비례 상수 a를 구할 수 있다. 단방향 버스만 시뮬레이션 하고 있으므로 최하위 노드($i=N$)에서는 트래픽이 발생하지 않는다($load_N = 0$). 그림 5에 IWU내의 트래픽 처리 모델을 나타냈다.

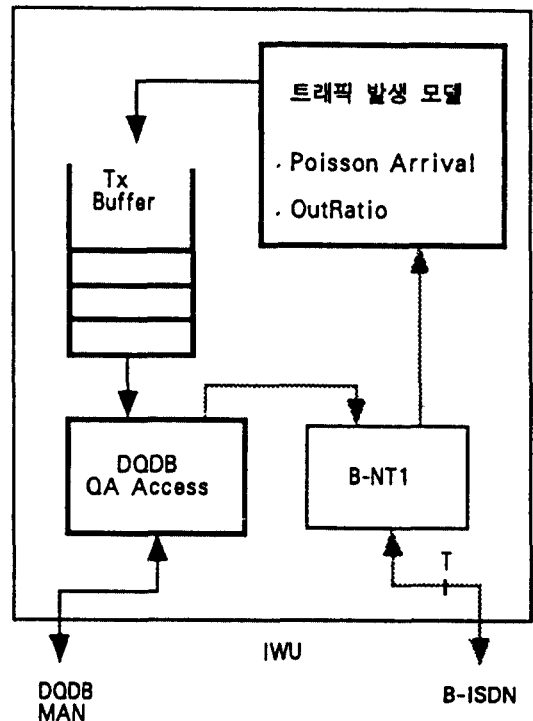


그림 5. IWU 내의 트래픽 발생 모델(실선부분)

Fig. 5. Traffic generation model at IWU(solid line)

4.2 시뮬레이션 결과 및 검토

성능측정 요소를 다음과 같이 정의하였다. 슬롯 대기 지연(td)은 IWU를 포함한 DQDB 각 노드의 부하 효과를 나타내며, 슬롯이 전송 큐에 도착한 시각부터

실제로 전송될 때까지 기다리는 시간이고, 슬롯 분실률(L)은 전송 버퍼의 크기(B)가 유한하여 발생하는 슬롯 분실률(L)을 나타낸다. 대기지연의 단위는 슬롯 전송시간(T_s)이다.

본 시뮬레이션에서 DQDB 프로토콜은 C 언어로 작성하였고 시뮬레이션 환경과 통계처리는 SMPL [9]을 이용하였으며 결과 그래프의 각 데이터는 평균 50,000 슬롯의 실험결과이다.

(1) OutRatio 변화에 따른 각 노드들의 대기지연 (td)

그림 6에 OutRatio가 0.05, 0.2, 0.5, 0.7 일 때 DQDB 액세스망의 대기지연(td)을 나타냈다. OutRatio=0.05인 경우는 IWU를 통하여 외부(B-ISDN)로는 트래픽이 전달되지 않는 경우이다. IWU이 아닌 다른 노드들은 OutRatio가 클수록 상대적으로 적은 대기지연을 갖는데, 이는 IWU으로 동작하는 노드에 많은 트래픽이 집중되어 상대적으로 다른 노드에는 적은 트래픽이 부과되기 때문이며, IWU로 동작하는 노드에서 td가 증가하는 현상은 다른 노드에 비해 상대적으로 많은 트래픽이 부과되기 때문이다.

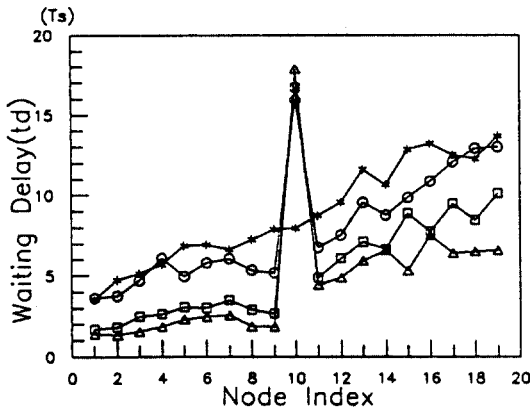


그림 6. OutRatio의 변화에 따른 각노드의 대기지연(td)
Fig. 6. Waiting delay for various OutRatio
(N = 20, I = 10, $\rho = 0.9$, B = 40)
(* : OutRatio = 0.05, O : OutRatio = 0.2,
□ : OutRatio = 0.5, Δ : OutRatio = 0.7)

(2) 버퍼 크기(B)에 따른 td와 슬롯 분실률(L)

버퍼의 크기가 클수록 더 많은 슬롯들이 전송을 위

해 기다릴 가능성이 있으며 이에 비례하여 대기지연이 증가한다. 반면 버퍼의 크기가 작을수록 대기지연은 작아지나 슬롯 분실률 L은 증가하게 된다. 그림 7, 8에 IWU에서 측정된, 버퍼의 크기에 따른 대기지연과 슬롯 분실률의 변화를 각각 보였다. $\rho = 0.9$ 이고 B = 40이면 슬롯 분실률이 거의 '0'이 됨을 알 수 있으며 이때의 대기지연은 약 14(T_s)이다.

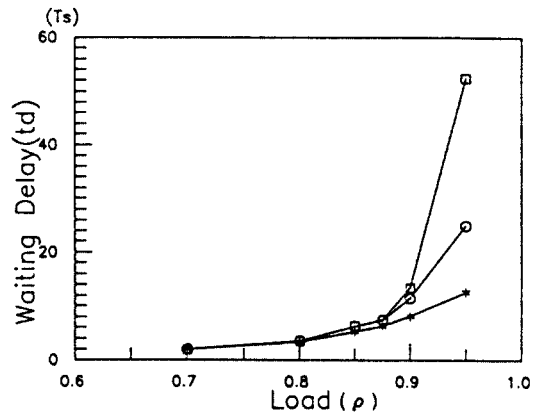


그림 7. IWU에서 버퍼크기(B)에 따른 대기지연(td)
Fig. 7. Waiting delay vs. traffic load at IWU
(N = 20, I = 10, OutRatio = 0.5, * : B = 10,
O : B = 20, □ : B = 40)

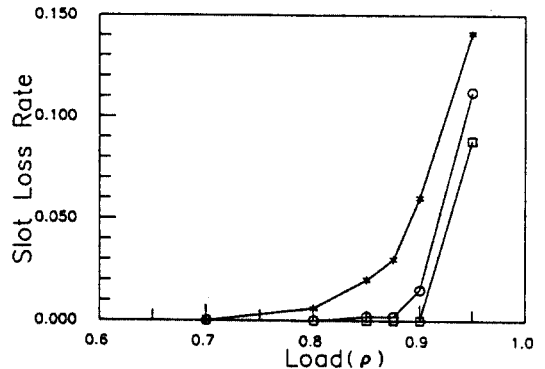


그림 8. IWU에서 버퍼크기(B)에 따른 슬롯 분실률(L)
Fig. 8. Slot loss rate vs. traffic load at IWU
(N = 20, I = 10, OutRatio = 0.5, * : B = 10,
O : B = 20, □ : B = 40)

(3) IWU의 위치에 따른 성능변화

그림 9에 IWU의 상대적 위치에 따른 성능의 변화

를 나타냈다. 그림에 나타난대로 $\rho < 0.9$ 일 때 IWU의 헤드로부터의 위치가 대기지연에 크게 영향을 주지 않으나 IWU이 하위 노드에 위치할수록 성능이 다소 나빠진다.

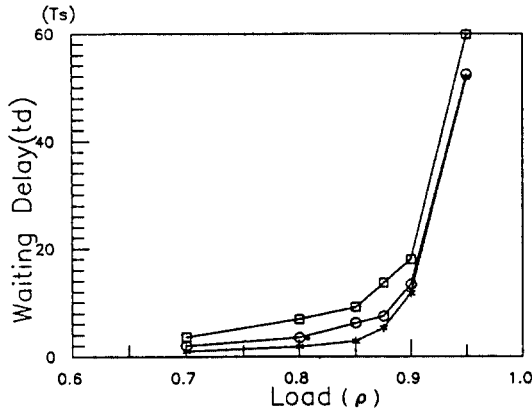


그림 9. IWU의 위치(I)에 따른 대기지연(td)

Fig. 9. Waiting delay for various I

(N=20, OutRatio=0.5, B=40, *: I=2,
○: I=10, □: I=18)

(4) 개선된 알고리즘의 성능

그림 6에 나타난 바와같이 IWU에 트래픽이 집중되어 td가 증가하는 현상을 완화하기 위하여 IWU로 동작하는 노드에서 다음과 같이 BBM[6]을 일정한 주기마다 개정하는 알고리즘을 제안한다.

$$BBM(n+1) = BBM_Init * k(n) \quad (5)$$

식 (5)에서 n은 BBM을 개정하는 주기단위를 나타내며 개정주기는 DQDB 망의 크기에 비례하여 선택한다. 본 실험에서는 DQDB 망 왕복 주기의 10배 시간으로 하였다. k(n)은 개정주기 동안 OutRatio를 측정하여 선택되는 값으로서, 측정된 OutRatio가 클수록 k(n)을 크게 하여 IWU에서 다음 개정 주기 동안의 대역 사용량을 증가 시킨다. 총부하가 $\rho \leq 0.9$ 인 경우 개정주기 동안 측정된 OutRatio값 즉, OutRatio(n)을 이용하여 k(n)을 다음과 같이 선택한다.

$$k(n) = \begin{cases} 1, & 0 < OutRatio(n) \leq 0.2 \\ 2, & 0.2 < OutRatio(n) \leq 0.8 \\ 3, & 0.8 < OutRatio(n) \leq 1 \end{cases} \quad (6)$$

여기서 OutRatio(n)은 식 (7)과 같이 계산되며 0.2와 0.8은 실험결과로 선택된 값이다.

$$OutRatio(n) = \frac{Self(n)}{Self(n) + Req(n) + Busy(n)} \quad (7)$$

식 (7)에서 Self(n)은 IWU에서 전송을 요구한 트래픽량이고, Req(n)와 Busy(n)는 각각 하위 노드에서 신청한 트래픽과 상위 노드에서 사용한 트래픽을 측정된 것으로서 모두 개정주기(n)에서 측정된 값을 나타낸다. BBM_Init은 초기치로서 보통크기의 망에서는 8을 선택하며 이것이 성능에 크게 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다. 식(5)~식(7)을 구현하는 알고리즘을 그림 10에 나타냈다.

제안된 알고리즘을 사용한 결과를 그림 11에 나타

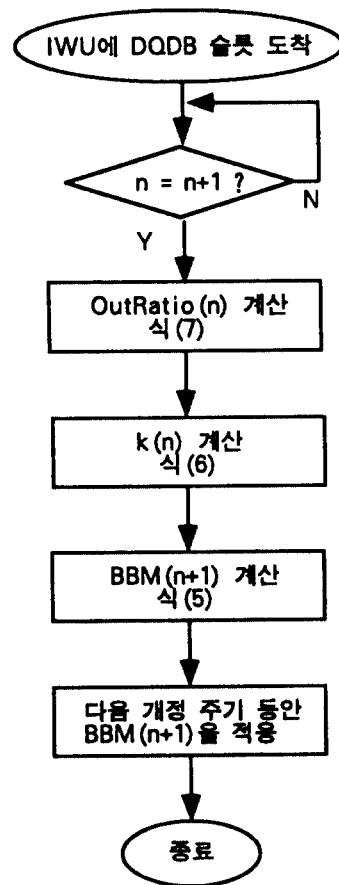


그림 10. 제안된 BBM 개정 알고리즘
Fig. 10. Proposed BBM adaptation algorithm

났다. 그림 6과 비교해 보면 제안된 알고리즘을 사용한 결과 IWU에서의 대기지연이 크게 감소했음을 알 수 있다. 식(6)에서는 $k(n)$ 을 경험적으로 선택하고 있으나 이를 DQDB망의 다른 파라미터 그리고 트래픽 특성으로부터 산출하는 방법에 대하여는 계속적인 연구가 필요하다.

V. 결 론

본 논문에서는 IEEE 802.6 DQDB MAN이 B-ISDN의 액세스 망으로 사용되는 경우에 필요한 연동장치(IWU)의 기능중에 트래픽 처리방안을 연구하고 트래픽 특성을 시뮬레이션 하였다. IWU에 트래픽이 집중됨으로써 발생하는 대기지연 증가 현상을 완화하기 위하여 연동장치를 통하여 외부(B-ISDN)로 전송되는 트래픽 비율을 일정 간격으로 측정하여 IWU의 BBM을 변경하는 알고리즘을 제안하였고 이를 사용한 경우 각 노드에서의 대기지연이 개선되는 것을 보였다.

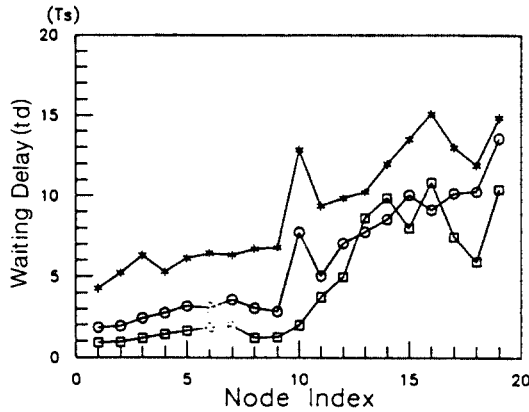


그림 11. 제안된 알고리즘 사용시 각노드의 대기지연(td)
 Fig. 11. Waiting delay for the proposed algorithm
 (N = 20, I = 10, $\rho = 0.9$, B = 40)
 (* : OutRatio = 0.1, ○ : OutRatio = 0.5,
 □ : OutRatio = 0.85)

또한 위의 알고리즘을 사용하여 두 단계의 우선순위의 트래픽이 발생할 때의 성능을 그림 12에 나타냈으며 짝수번째 노드에서 높은 우선순위의 트래픽을 전송하도록 하였다. 그림 11에 보인 바와 같이 IWU에서의 성능이 다른 노드에 비하여 나빠지지 않은 것을 알 수 있다.

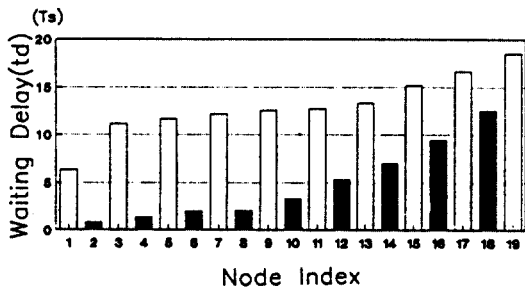


그림 12. 두가지 우선순위 트래픽의 대기지연(td)
 Fig. 12. Waiting delay for high priority traffic
 (N = 20, I = 10, $\rho = 0.9$, B = 20)
 Even node = High priority traffic)

참 고 문 헌

1. A. Biocca et al., "Architectural issues in the interoperability between MANs and the ATM Network," Proc. XIII ISS, pp.A3.4, 1990.
2. G. Gasbarrone et al., "Metropolitan area network: A suitable step towards Broadband-ISDN," Proceeding of ICC 90, pp.300-308, 1990.
3. M. Gerla and T.Y. Tai, "LAN/MAN interconnection to ATM: A simulation study," Proceeding of IEEE INFOCOM 92, pp.2270-2279, 1992.
4. I. Venieris, J. Angelopoulos, G. Stassinopoulos, "DQDB MAN as a transit network for ATM CPNs," Proceeding of IEEE INFOCOM 92, pp. 2351-2356, 1992.
5. 김화중, 이병기, "B-ISDN과 IEEE 802.6 MAN의 연동기능," 한국통신학회지, pp.949-964, Dec. 1991.
6. Proposed Standard: DQDB Metropolitan Area Network, D15, Oct. 1990.
7. 김화중, 고속 근거리 통신망과 ATM 네트워크와의 접속 프로토콜에 관한 연구, 한국 과학 재단, 최종연구 보고서, 1992.
8. Z. Budrikis and G. Mercankosk, "A Generic Flow Control Protocol for B-ISDN," Proceeding of IEEE INFOCOM 92, pp.895-904, 1992.
9. M.H. MacDougall, "Simulating Computer Systems Techniques and Tools," MIT Press, 1987.

본 논문은 한국과학재단과 한국전자통신연구소에서 지원한 연구결과임.

金 華 鍾(Hwa Jong Kim)

정희원

1959년 4월 22일생

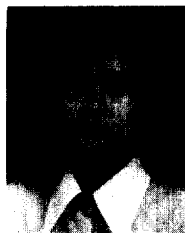
1982년 2월 : 서울대학교 공과대학 전자공학과(학사)

1984년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자과(석사)

1988년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자과(공학박사)

1988년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 공과대학 전자공학과 조교

수



梁 은 샘(Eun Saem Yang) 정희원

1969년 3월 31일생

1991년 2월 : 강원대학교 공과대학

전자공학과(학사)

1992년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 대

학원 전자공학과 석사

과정