

웹 환경에서 분산-큐 이중-버스의 공정성 제어를 위한 슬롯양보 방식

김재수* 김정홍* 황하응*

A Slot Concession Scheme for Fairness Control of DQDB in Web Environment

Jae-su Kim* Jeong-hong Kim* Ha-eung Hwang*

요약

분산-큐 이중-버스(DQDB)는 단일 방향 버스 구조를 갖는 망의 고유 특성으로 인해 대역폭 할당에 있어 공정하지 않다. 지금까지 DQDB에서 공정성 제어 연구는 대부분 평형 부하, 대칭형 부하, 비대칭형 부하 형태와 같은 특정 부하 형태를 대상으로 수행하였다. 웹 환경에서 클라이언트-서버 부하 형태는 특정 부하 형태 보다 더 실질적인 트래픽 패턴이다. 본 논문에서는 웹 환경에서 DQDB에 접속된 각 스테이션들에게 대역폭을 공정하게 할당하기 위해, 대역폭 요구 패턴으로부터 직접 접근 임계값을 구하여, 이 값을 기준으로 하여 클라이언트 쪽에서 빈 슬롯을 서버에게 양보함으로써 대역폭을 제어하는 방식을 제안하였다. 그리고 시뮬레이션을 통하여 다른 방식보다 제안한 방식이 더 우수하다는 것을 확인하였다.

Abstract

Distributed-Queue Dual-Bus(DQDB) shows an unfair behavior in bandwidth allocation due to the nature of unidirectional bus architecture. The study on fairness control method for DQDB has been performed under specific load types such as equal probability load, symmetric load and asymmetric load type. A client-server load type is more practical traffic pattern than specific load type in Web environments. In this paper, we propose an effective fairness control method to distribute DQDB network bandwidth fairly to all stations under Web environments. The proposed method directly calculates an access limit from the bandwidth demand pattern. Based on an access limit, it controls the allocation of bandwidth by yielding empty slots in clients to servers. And we were certain that it outperforms other mechanisms from simulation results.

* 상주대학교 컴퓨터공학부 부교수

I. 서론

DQDB(Distributed Queue Dual Bus)는 분산 대기라는 개념에 바탕을 둔 매체 접속제어 프로토콜이다. 물리 전송 매체로서 광선로를 사용하므로 전송 능력이 우수하고, 네트워크 대역폭을 스테이션에게 나누어주기 위하여 단순한 접근 방식을 사용하지만 버스의 길이와 매체의 전송 속도에 상관없이 전송 대역폭을 충분히 이용할 수 있는 장점을 지니고 있다. 이러한 특징으로 인해 IEEE 802.6에서도 DQDB를 도시 망에 적합한 공유매체 기반의 고속 통신망으로 권고하고 있다 [1-2]. 초고속 통신 기술의 발달로 현재 근거리 통신망에서 도입되고 있는 ATM(Asynchronous Transfer Mode)망이 고속 도시 망과 광대역 종합통신망으로 발전하겠지만[3-4], DQDB는 경제성과 편리성으로 인해 고속 LAN/ MAN(Local Area Network / Metropolitan Area Network)이나 가입자 액세스 망에서 여전히 중요한 역할을 담당할 것이다. 그러나 DQDB는 버스 구조를 갖는 망의 특성으로 인해 버스에 접속된 스테이션들의 위치에 따라 대역폭 사용에 있어 불공정성이 발생되며 이를 해결하기 위해서 많은 연구가 수행되었다[5-13].

DQDB의 대역폭 할당에 있어 불공정성을 해결하기 위한 지금까지의 연구에는, 여분의 빈 슬롯을 사용하여 스테이션들 간에 균등한 전송기회를 보장하기 위한 BWB(BandWidth Balancing mechanism)[5-7], 스테이션의 요구 대역폭에 따라 대역폭을 할당하는 PA(Proportional Assignment scheme)[8], 스테이션들의 위치와 대역폭 요구량에 따라 접근 보호 임계값을 구하여 이를 기준으로 하여 대역폭 할당을 보장하는 APS(Access Protection Scheme)[9-12] 등이 있다. 이러한 공정성에 대한 제어 연구는 대부분이 특정 부하 형태인 대칭형 부하 형태, 평형 부하 형태, 역 대칭형 부하 형태만을 대상으로 하였다[5-12]. 그러나 인터넷 웹 서비스가 급속히 확산함에 따라 DQDB에 가해지는 부하 형태는 특정 부하 형태가 아닌 클라이언트-서버 트래픽을 갖는 부하 형태가 될 것이다. 최근에 클라이언트-서버 트래픽을 가진

DQDB에서 공정한 대역폭 할당을 위한 BTM(Bandwidth Tuning Mechanism) 방식이 제안되었으나[13], 중간 패킷과 적응함수를 구하기 힘들기 때문에 실제 구현이 어렵다.

본 논문에서는 인터넷 환경에서 DQDB의 서비스 패턴이 요구 패턴에 일치할 수 있도록 대역폭 요구 패턴으로부터 직접 접근 임계값을 구하여, 이 값을 기준으로 하여 서버가 충분히 대역폭을 사용할 수 있도록 클라이언트에서 슬롯을 양보함으로써 대역폭을 공정하게 할당 하도록 한다. 제안한 방식은 과부하시 클라이언트-서버 트래픽을 가진 DQDB에서 다른 방식들 보다 공정성 제어가 더 우수하다는 것을 시뮬레이션 결과를 통해 제시하였다.

본 논문은 2장에서 DQDB의 공정성을 위한 제어 방식에 대하여 설명하고 3장에서는 제안한 슬롯양보 방식에 대하여 기술한다. 4장에서는 슬롯양보 방식의 성능 평가에 대해서 기술하고, 마지막 5장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

II. DQDB의 공정성 제어

1. DQDB 프로토콜

DQDB 프로토콜은 OSI 기준 모델 중 물리 계층과 데이터 링크 계층에 해당하며, IEEE 802.2 LLC(Logical Link Control)를 지원하고 있다. DQDB의 구조는 그림 1과 같으며, 각 스테이션들은 지나가는 빈 슬롯에 자신이 발생한 패킷을 실어 목적지로 전송한다. 이중 버스는 동일하게 동작하므로 본 논문에서는 한쪽 방향 버스만을 고려하기로 한다. 분산 큐의 동작을 위해 각 스테이션은 RQ(Request counter)와 CD(Count Down counter)를 갖는다. RQ는 버스에 연결된 하단 스테이션들이 패킷을 전송하기 위하여 요청한 빈 슬롯 수인 요청 계수를 나타내며, CD는 자신이 전송할 패킷 앞에서 대기하고 있는 하단 스테이션들의 전송대기 패킷 수인 카운트 다운 계수이다. 스테이션이 휴지 상태에서 카운트 다운 상태로 바뀔 때 IEEE 802.6 프로토콜에서 정의한 스테이션 i 에서의 버스 접근 루틴은 다음과 같다.

```

if (  $CD_i == 0$  )
 $CD_i \leftarrow RQ_i$ , and  $RQ_i \leftarrow 0$ 
카운트 다운 상태로 천이
}
    
```

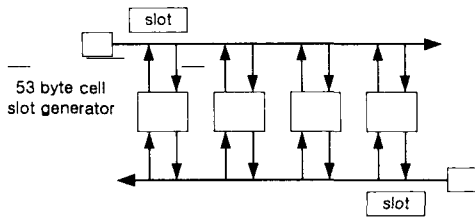


그림 1. DQDB의 구조
Fig. 1 The architecture of DQDB

2. DQDB의 공정성 제어 방식(5-13)

DQDB에서는 단 방향 버스의 고유특성과 가해지는 부하 형태의 특성 때문에 대역폭 사용에 있어 불공정성이 발생한다. 정상 부하에서는 대부분의 패킷들이 슬롯 예약 보다는 랜덤 액세스에 의해 전달되므로 불공정성은 발생되지 않지만, 대역폭이 부족한 과부하 상태에서는 대역폭 사용에 있어서 심각한 불공정성이 발생한다[9-10]. DQDB에서 발생하는 고질적인 위치충속 불공정성 문제를 해결하기 위해 많은 연구가 수행되었으며, 이의 결과로 여러 가지 공정성 제어 방식이 개발되었다.

2.1 BWB(5-7)

모든 스테이션에게 똑 같은 대역폭을 나누어주기 위한 방식이며, IEEE 802.6에 반영 되었다. 이 방식은 각 스테이션이 매 β (BWB 계수)번 성공적으로 패킷을 전송 후에 다음 빈 슬롯을 하단 스테이션에게 넘겨준다. 그러므로 이 방식은 평형 부하 형태에서는 잘 동작하지만, 다른 부하 형태에서는 공정성 제어에 문제가 발생한다.

2.2 APS(9-12)

접근 보호 임계값을 도입하여 각 스테이션에게 원하는 대역폭을 보장하는 방식이다. IEEE 802.6 접근 제어 방식을 변경하여 RQ 값을 CD에 기록할 때 RQ가 접근 보호 임계값 보다 크면 RQ값 대신 접근 보호 임계값을 기록함으로써 과부하시 대칭형 부하에서 스테이션이 원하는 대역폭을 점유 할 수 있도록 보장한다. APS 방식에서 스테

이션 i 가 버스에 접근하기 위한 루틴은 다음과 같다.

```

if (  $CD == 0$  )
 $CD_i \leftarrow \min(RQ_i, L_i)$ 
 $RQ_i \leftarrow RQ_i - CD_i$ 
카운트 다운 상태로 천이
}
    
```

2.3 BTM(13)

BTM은 클라이언트-서버 트래픽을 갖는 요구 패턴으로부터 중간 패턴을 먼저 구하고, 중간 패턴이 요구 패턴과 일치하도록 조절한다. BTM에서 스테이션 i 가 버스에 접근하기 위한 접근 루틴은 다음과 같다.

```

if (  $RQ_i > 0$  ) and (  $CD_i == 0$  ) {
 $CD_i \leftarrow RQ_i^{BTM}$ 
 $RQ_i \leftarrow RQ_i - CD_i$ 
카운트 다운 상태로 천이
} else if (  $RQ_i \leq 0$  ) and (  $CD_i == 0$  )
카운트 다운 상태로 천이
}
    
```

단

$$RQ_i^{BTM} = \min\{RQ_i, P_i^A\} + \beta(RQ_i, L_i)\alpha_i L_i$$

여기서 적응함수 $\beta(RQ_i, L_i)$ 는 여분의 빈 슬롯 수를 줄이기 위한 함수이며, L_i 는 접근 임계값이다. 그러나 적합한 중간 패턴과 적응함수를 구하기 어려우며, 이를 구하기 위해서는 시뮬레이션에 의존해야 하는 단점이 있다.

III. 슬롯양보 방식

1. 슬롯양보 방식 개요

이 방식은 웹 환경에서 DQDB에 접속된 서버와 클라

이언트의 접근 임계값을 대역폭 요구 패턴으로부터 직접 구하여, 이 값을 기준으로 하여 서버가 충분히 대역폭을 사용할 수 있도록 클라이언트에서 슬롯을 양보함으로써 대역폭을 공정하게 할당 하도록 한다. 슬롯양보 방식을 사용한 스테이션 i 에서 버스 접근 제어 루틴은 다음과 같다.

```

if (RQ > 0) {
    CD ← min(RQ, Li) + α(Li - RQ)
    RQ ← RQ - CD
    카운트 다운 상태로 천이
}
    
```

$\alpha(L_i - RQ_i)$ 는 클라이언트 i 가 공정성 제어를 위해 서버와 하단의 클라이언트에게 양보한 슬롯의 수를 나타내며, L_i 는 요구 패턴을 만족하기 위한 스테이션 i 의 접근 임계값을 나타낸다. 각 스테이션은 카운트 다운 값이 0일 때 도착하는 빈 슬롯을 사용하여 패킷을 전송한다.

2. 슬롯양보 방식의 구현

슬롯양보 방식을 구현하기 위해서는 α 값과 접근 임계값 L_i 를 구하여야 한다. 서버가 대역폭을 충분히 사용하기 위해서는 α 의 값은 0이 되어야하며, 클라이언트에서 α 의 값은 다음과 같다.

```

if (RQ > L)
    α = 0
else
    α = (N-1) / (2N)
    
```

여기서 N 은 스테이션의 총 개수를 나타내며, 요구 패턴으로부터 직접 접근 임계값 L_i 를 구하기 위해서 다음과 같은 변수를 정의한다.

P_i^{OCC} : 스테이션 i 가 빈 슬롯을 점유할 확률

P_i^{EMP} : 스테이션 i 에 도착하는 슬롯이 비어 있을 확률

L_i : 스테이션 i 의 접근 임계값

P_i^{SER} : DQDB 네트워크가 전체 대역폭에 대하여 스테이션 i 에게 제공하는 대역폭의 비율

$RQ_i > L_i$ 인 과부하 상황에서 슬롯양보 방식의 버스 접근 제어 루틴에 따르면 서비스 대역폭은 다음과 같다.

$$P_i^{SER} = P_i^{EMP} / (L_i + 1) \tag{1}$$

식(1)부터 과부하시의 스테이션 i 가 요구하는 대역폭을 점유할 수 있도록 보장하기 위해 필요한 접근 임계값은 식(2)과 같이 구할 수 있다.

$$L_i = (1 - \sum_{j=1}^{i-1} P_j^{EMP}) / P_i^{OCC} - 1 \tag{2}$$

표 1. 클라이언트-서버 트래픽에서 패킷 발생확률
Table 1. A probability of packet generation in Client-Server traffic

스테이션 위치	패킷 발생확률									
0 - 9	0.458	0.456	0.454	0.453	0.450	0.448	0.446	0.444	0.442	0.440
10 - 19	0.438	0.436	0.434	0.432	0.430	0.428	0.426	0.424	0.422	0.420
20 - 29	0.418	0.416	0.414	0.412	0.410	30.258	0.256	0.254	0.252	0.250
30 - 39	0.248	0.246	0.244	0.242	0.240	0.238	0.236	0.234	0.232	0.230
40 - 49	0.228	0.226	0.224	0.222	0.219	0.217	0.215	0.213	0.211	0.209
50 - 51	30.133	0.130	0.128	0.126	0.124	0.121	0.120	0.118	0.116	0.114
60 - 69	0.112	0.110	0.108	0.106	0.104	0.102	0.100	0.098	0.096	0.094
70 - 79	0.092	0.090	0.088	0.086	0.084	20.049	0.047	0.044	0.042	0.040
80 - 89	0.036	0.034	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.022	0.020	0.036
90 - 99	0.018	0.016	0.014	0.012	0.010	0.008	0.006	0.004	0.002	0.000

제안한 방식은 과부하 상태에서는 대부분의 경우 RQ_i 값이 L_i 값보다 커지게 되므로 L_i 값만으로 대역폭을 할당한다. 그러나 과부하 상태에서도 $RQ_i < L_i$ 인 스테이션 i 가 카운트 다운 상태로 들어가기 위해 CD_i 값을 RQ_i 값으로 설정하게 되면 스테이션 i 는 자신의 접근 임계값 보다 적은 수의 빈 슬롯을 하단 스테이션으로 보낸 후 자신의 패킷을 전송하려고 시도 할 것이다. 이러한 경우에 대한 대역폭 양보가 있어야 대역폭 사용에 있어 공정성을 이룰 수 있다. 슬롯양보 방식은 양보하여야 할 빈 슬롯 개수를 나타내는 슬롯 양보함수 $\alpha(L_i, -RQ_i)$ 를 통하여 다른 방식들 보다는 동적으로 변화하는 RQ_i 값에 대하여 공평하게 대역폭을 제어 할 수 있다.

IV. 성능 평가

1. 시뮬레이션 환경

표 1과 표 2는 시뮬레이션에 사용할, 클라이언트-서버 부하 패턴을 나타낸다. 표 1의 패킷 발생확률은 각 스테이션이 요구하는 대역폭의 크기이며, 표 2의 패킷 도착확률은 각 스테이션에서 수신하는 패킷의 양을 의미한다. 제안한 방식의 공정성 제어 성능을 평가하기 위해서

500,000 슬롯 시간 동안 표 1과 표 2에 나타난 클라이언트-서버 트래픽에 150%부하를 가하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 시뮬레이션을 위한 DQDB 네트워크 환경은 다음과 같이 가정한다.

- (1) DQDB 네트워크는 표 1과 표 2에 나타난 바와 같이 3개의 서버를 포함하여 100개의 스테이션을 가지고 있다. 각 스테이션의 위치는 0번부터 99번까지 버스방향을 따라 DQDB 네트워크에 연결되어 있으며, 3개의 서버는 25, 50, 75번째에 위치한다.
- (2) 대역폭 사용에 있어 3개의 서버가 전체 대역폭의 80%를 사용한다.
- (3) 각 스테이션 간의 거리는 동일하며, 한 슬롯 시간 동안 슬롯이 이동한 거리이다.
- (4) 각 스테이션은 무한대의 전송 버퍼를 가지며, 각 스테이션에서 발생되는 메시지는 패킷 크기의 정수 배이고 모든 패킷의 크기는 48byte이다.
- (5) 각 스테이션에서의 패킷 발생 확률은 포아송 확률 분포를 따른다.

2. 결과 분석

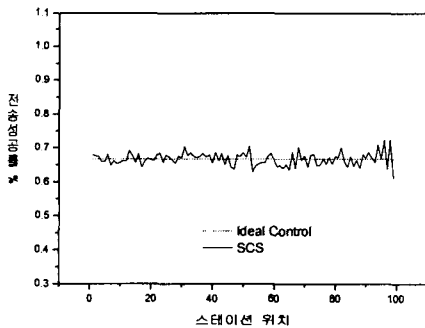
네트워크의 공정성을 정확하게 분석하기 위해서는 많은 고려가 필요하지만, DQDB 네트워크의 공정성 제어 알고리즘의 성능을 평가하기 위해서 본 논문에서는 각 스테이션이 요구하는 대역폭의 비율대로 DQDB 네트워크가 서비스를 제공하도록 하는 것을 공정성 제어의 가장 중요한 목표로 정하였다. 따라서 제안한 방식의 공정성 성능을 평가하기 위해 DQDB 네트워크에서 스테이션이 요구한 대역폭의 비율대로 대역폭을 제공하는지를 나타내

표 2. 클라이언트-서버 트래픽에서 패킷 도착확률
Table 2. A probability of the packet arrival in Client-Server traffic

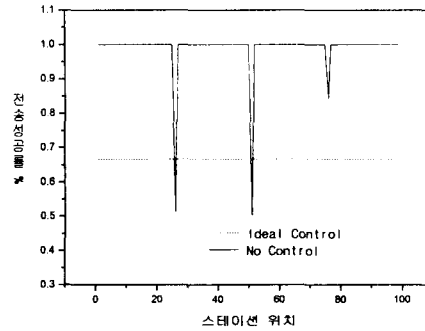
스테이션 위치	패킷 도착확률									
	0.000	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010	0.012	0.014	0.016	0.018
0 - 9	0.000	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010	0.012	0.014	0.016	0.018
10 - 19	0.020	0.022	0.024	0.026	0.028	0.030	0.032	0.034	0.036	0.038
20 - 29	0.040	0.042	0.044	0.047	0.049	3.801	0.458	0.460	0.462	0.464
30 - 39	0.466	0.468	0.470	0.472	0.474	0.476	0.478	0.480	0.482	0.484
40 - 49	0.486	0.488	0.490	0.492	0.494	0.496	0.498	0.500	0.502	0.504
50 - 59	4.256	1.121	1.123	1.125	1.127	1.129	1.131	1.133	1.135	1.137
60 - 69	1.139	1.141	1.143	1.145	1.147	1.149	1.151	1.153	1.155	1.157
70 - 79	1.159	1.161	1.163	1.165	1.167	3.669	2.005	2.007	2.009	2.011
80 - 89	2.015	2.017	2.019	2.021	2.023	2.025	2.027	2.029	2.031	2.015
90 - 99	2.033	2.035	2.037	2.039	2.041	2.043	2.045	2.047	2.049	2.051

는 전송 성공률 성능을 측정하였다. 그림 2는 표 1과 표 2에 기술한 클라이언트-서버 트래픽에 대한 Ideal Control과 각 제어 방식에 대한 전송 성공률에 대한 시뮬레이션 결과를 나타내고 있다. 그림 2에 표시한 Ideal Control은 어떠한 부하 패턴이 DQDB 네트워크에 가해 지더라도 모든 스테이션에게 공정하게 대역폭을 할당할 수 있는 이상적인 대역폭 제어방식을 의미한다.

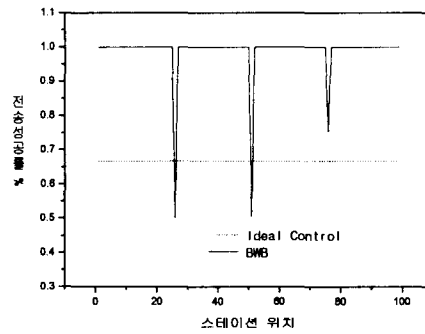
- (1) SCS(Slot Concession Scheme) : 과부하시 다른 어방식에 비해 모든 스테이션에 대하여 상당히 균 등한 전송 성공률을 제공한다.
- (2) No control : 공정성을 위한 제어 기능이 없는 본 DQDB 기능을 나타내며, 대역폭 사용량이 많은 서버들은 클라이언트에 비해 그림 2(b)에 나타난 바와 같이 대역폭 사용에 어려움을 겪게 된다.
- (3) BWB : BWB의 계수 값으로 DQDB 표준에서 고하는 기본값인 8을 사용하며, 대역폭 사용량이 많은 서버는 대역폭 사용에 있어 그림 2(c)와 같이 어려움을 겪게 된다.
- (4) APS : 과부하시 접근 보호 임계값 때문에 상단 스테이션들은 대역폭 할당을 보장받을 수 있지만 하단 스테이션은 3(d)와 같이 대역폭 사용에 어려움을 겪게된다.
- (5) BTM : 비교적 균등한 전송 성공률을 제공하지만 RQ 값이 접근 임계값 보다 적을 때 상단 스테이션들은 충분한 대역폭을 사용할 수 있지만, 하단 스테이션들은 대역폭을 사용하는데 있어 스테이션 들 간에 공정하지 않게 된다.



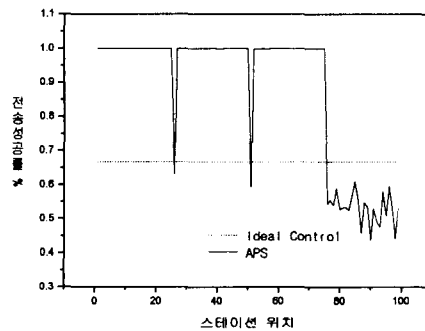
(a) SCS



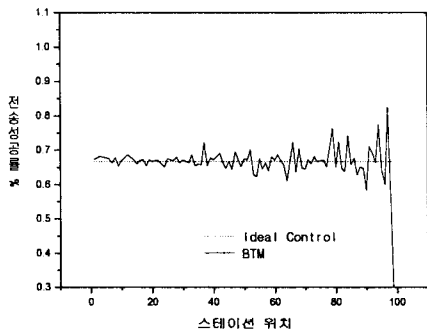
(b) No Control



(c) BWB



(d) APS



(e) BTM

그림 2. 150% 과부하시 전송 성공률
Fig. 2 The transmission success rate under 150% overload

V. 결론

지금처럼 널리 확산된 웹 서비스 환경에서는 대부분의 통신 서비스가 서버를 통하여 이루어지므로 과부하시 클라이언트-서버 트래픽 환경에서의 공정성을 위한 제어는 매우 중요하게 여겨진다. 본 논문에서는 웹 환경에서 DQDB에 접속된 각 스테이션들에게 대역폭을 공정하게 할당하기 위해, 접근 임계값을 대역폭 요구 패턴으로부터 직접 구하여, 이 값을 기준으로 하여 서버가 충분히 대역폭을 사용할 수 있도록 클라이언트에서 빈 슬롯을 양보함으로써 대역폭을 제어하는 방식을 제안하였다. 시뮬레이션을 통하여 제안한 방식이 기존의 방식들보다 웹 환경에서 DQDB 네트워크의 공정한 대역폭 할당에 있어 성능이 더 우수하다는 것을 확인하였다. 그리고 이 방식은 중간 패턴과 적응함수를 이용하는 복잡한 BTM과 달리, 단지 접근 임계값과 슬롯 양보 함수를 통하여 대역폭 할당을 제어함으로써 부하 패턴이 변하는 웹 환경에서 다른 방식들 보다는 유리한 장점을 가진다.

멀티미디어 서비스를 포함한 다양한 서비스를 가진 웹 환경에서 과부하시 DQDB 네트워크 자원의 공평한 사용과 서비스 품질을 개선하기 위해 제안한 방식을 효율

적으로 사용할 수 있으리라 기대하며, 슬롯 재사용 분산-큐 이중-버스(DQDB with Slot Reuse)에 대한 제안한 방식의 확대 적용은 향후 연구 과제로 남겨둔다.

참고문헌

- [1] Newman, R.M., Budrikis, Z.L. and Hullet, J.L., The QPSX MAN, IEEE Commun. Mag., Vol.26, No.4, pp.20-28, Apr. 1988
- [2] IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Distributed Queue Dual Bus (DQDB) Subnetwork of a Metropolitan Network (MAN), IEEE Standard 802.6-1990 1991.
- [3] Jeong-Hong Kim, Yung-Sik Kim, Seung-Seok Jang, Young-Mi park, Jong-Hyeong Lee, Ee-Taek Lee, Design and Implementation of DS3 Video Terminal Adapter in B-ISDN, ICOIN-9, pp.19-24, Dec. 1994
- [4] Jeong-Hong Kim, Seung-Seok Jang, Tae-Kyun Kim, Message Passing Mechanism for B-ISDN Signalling, ICEIC 95, Aug. 1995
- [5] Hahne, E.L., Choudhury, A.K. and Maxemchuk, N.F., Improving the Fairness of DQDB Networks, in Proc. IEEE INFORCOM'90, pp.175-184, 1990
- [6] Hahe, E.L., Choudhury, A.K. and Maxemchuk, N.F., DQDB Networks with and without Bandwidth Balancing, IEEE Trans. on Commun., Vol.40, No.7, pp.1192-1204, Jul. 1992
- [7] 노영권, 석정봉, 예약 신호를 이용한 DQDB 통신망의 적응 대역폭 할당 방식, 정보과학회논문지 (A), 제 22권, 제 10호, pp.1493-1502, Oct. 1995
- [8] Mukherjee, B., Banerjee, S., Alternative Strategies for Improving the Fairness in

and an Analytical Model of the DQDB Network, IEEE Trans. on computers, Vol. 42, No.2, pp.151-167, Feb. 1993

- [9] Kumar, L.N. and Bovopoulous, A.D., Access Protection Solution for Heavy Load Unfairness in DQDB, Computer Commun., Vol.18, No. 12, pp.869-910, Dec. 1995
- [10] Kim, T.J., Shin, B.C., Improving the Performance of Distributed Queue Dual Bus with Slot Reuse at Overload Conditions, Computer Commun. 22, pp.470-482, 1999
- [11] Filipiak, J. Access Protection for Fairness in a Distributed Queue Dual Bus Metropolitan Area Network, in Proc. IEEE ICC, pp.635-639, Jun. 1989
- [12] Kumar, L.N. and Bovopoulos, A.D., An access Protection Scheme for Heavy Load Unfairness in DQDB, in Proc. INFOCOM'92, pp.190-199, 1992
- [13] T.J. Kim, D.H. Cho, Bandwidth Tuning for Fairness of DQDB in Client-Server Traffic Environments., IEEE Commun. Letters Vol. 4, No. 6, pp.208-210, Jun. 2000



저자 소개

김재수

1985년:경북대학교 전자공학과 졸업 (학사)
 1987년:중앙대학교 전자계산학과 졸업 (석사)
 1996년:한국전기연구원 선임연구원
 1999년:경남대학교 컴퓨터공학과 졸업 (박사)
 현재:상주대학 부교수
 관심분야:컴퓨터 네트워크, 정보통신, 이동 컴퓨팅, 멀티미디어 통신



김정홍

1986년:경북대학교 전자공학과 졸업 (학사)
 1988년:경북대학교 전자공학과 졸업 (석사)
 1996년:한국전자통신연구원 선임연구원
 2001년:충남대학교 컴퓨터공학과 졸업 (박사)
 현재:상주대학 부교수
 관심분야: 정보통신, 멀티미디어



황하응

1986년:경북대학교 전자공학과 졸업 (학사)
 1988년:경북대학교 전자공학과 졸업 (석사)
 1995년:경북대학교 컴퓨터공학과 수료 (박사)
 1992년:한국전자통신연구소 연구원
 현재:상주대학교 부교수
 관심분야: 정보통신, 정보처리