

DQDB 망에서 공정성 개선에 관한 연구

A study on the Improvement of Fairness of DQDB Network

박종재, 조영창, 강상욱

경운대학교 정보통신공학과

Jong-Jae Park, Young-Chang Cho, Sang-Wook Kang

Dept. of Information and Communication Kyungwoon Univ.

요 약

본 논문에서는 DQDB 시스템에서 불공정한 문제를 개선하고 대역의 낭비를 제거하기 위한 해결방안을 제안한다. 이 방법은 기존 프로토콜의 약간의 수정만으로, 불공정성 문제를 해결할 때 발생하는 대역의 낭비를 없앨 수 있다. DQDB 시스템에서는 각 노드가 메시지를 보낼 때의 공정성에 여러 문제가 있으며 이를 해결하기 위하여 대역폭 균형 기법과 비례할당 기법이 소개된 바 있다. 그러나 이 기법들에서는 공정성 문제는 크게 개선되었으나 대역의 낭비라는 문제가 새로 발생한다. 따라서 본 논문에서는 공정성 문제를 개선하면서 대역의 낭비문제를 제거할 수 있는 새로운 기법을 제안한다. 제안하는 기법에 대하여 수학적으로 해석하고 이의 검증을 위하여 모의실험을 수행하였다. 그 결과에서는 다른 기법들에 비해 공정한 정도가 더욱 뚜렷하며 과부하시에도 대역의 낭비가 거의 없는 것을 확인 할 수 있다.

Abstract

In this paper we introduce a solution to improve the unfairness problem and to remove the waste of bandwidth in the distributed queue dual bus system. This solution requires only a minor modification of the current protocol and further shows no bandwidth wastes when we try to resolve the unfairness problem occurred in current DQDB protocol. There has been many problem in DQDB system in terms of fairness of sending message in each node. In order to solve this problem, Bandwidth Balancing technic and proportional assignment technic have been introduced. It is, however, to note that the waste of bandwidth problem is still existing in those technics, even though there has been significant improvement as to the fairness problem.

In this paper we introduce a new solution to remove the waste of bandwidth problem while we are still obtaining the improved fairness of the network. By following this new solution, the simulation result shows higher throughput and lower message delay than previously proposed technics.

제 1 장 서 론

현재 효율적인 정보의 공유와 관리를 위하여 여러 형태의 통신망들이 존재하고 있다. 특히 서비스의 요구가 고속화, 통합화, 다양화됨에 따라 통신망은 이들 서비스를 처리해 주기 위하여 계속적으로 광대역화 되고 있다. 따라서 기존의 LAN(Local Area Network)과 같은 상대적으로 저속인 소규모 통신망들이 우선적으로 연동되는 것이 바람직하다. 1982년부터 IEEE 802.6 위원회에서 연구 개발 중인 MAN (Metropolitan Area Network)은 네트워크 크기가 LAN 과 WAN(Wide Area Network)의 중간에 해당하는 직경 50 km 정도이며, 공중망(Public Network)의 개념이 도입되어 네트워크의 상호 접속에 적합하다고 할 수 있다^[1].

DQDB MAN은 네트워크에 저 부하가 주어질 환경에서 신속한 데이터 전송이 가능하며, 과부하 시에는 전송하려는 노드들이 Round-Robin 방식으로 공정하게 서비스 된다는 장점이 있다. 반면에 네트워크의 길이가 하나의 슬롯의 길이보다 길어질 경우에는 매체의 전파지연(Propagation Delay)시간으로 인하여 노드의 접속 위치에 따라 불공정한 서비스 분포를 나타내는 단점이 있다. 즉 노드의 위치가 네트워크의 헤드 노드에 가까울수록 더 많은 전송 기회를 가지게 되어 대역폭 할당의 불균형 문제가 발생한다. 또한, DQDB MAN은 매체를 슬롯화하여 데이터를 전송하는 방식을 취하므로 기존의 프로토콜과 달리 노드가 슬롯을 액세스 할 때 전파지연이 발생하게 된다. 더욱이 네트워크의 물리적인 거리가 증가하고 매체의 전송율이 높아짐에 따라 한 슬롯 시간보다 End-to-End 슬롯 전파 시간이 더 커지게 되므로 하위 노드가 상위 노드보다 먼저 REQUEST 했음에도 불구하고 예약 버스에서의 슬롯 전파 지연 때문에 뒤늦게 발생한 상위 노드의 패킷이 먼저 전송되는 대역폭 할당의 불공정 문제가 야기된다. 이러한 불공정성 문제는 네트워크에 저 부하가 주어질 경우에는 그리 심각하지 않지만 과부하 환경

(모든 노드가 항상 전송하려는 패킷을 갖는 상황)에서는 노드간의 처리율의 차이가 더욱 심화되므로 이의 개선이 요구되고 있다. 따라서 현재까지 DQDB MAN에서 노드간 대역폭 분할의 공정성 개선 및 네트워크의 대역폭을 증진시키는 방향으로 많은 연구가 진행되어 왔다^{[2][3][4][5][6]}.

위에서 언급한 문제점들이 보완된다면 DQDB 망은 고속 백본으로서 뿐만 아니라 충돌로 인한 성능의 감소가 없는 고속 LAN으로 충분히 역할을 다할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 DQDB 프로토콜의 과부하 시의 문제점을 해결하는 기법이 존재하지 않고 있기 때문에 이를 해결하기 위하여 기존의 DQDB에서 사용하고 있던 카운터 운용 기법을 수정함으로써 과부하 시에도 DQDB 망 내에 있는 모든 노드들에게는 대역폭이 공정하게 할당되면서 대역의 낭비가 없도록 하는 기법을 제안하였다. 연구 방법은 먼저 DQDB 네트워크에 관한 적절한 모델을 만든 다음 이산 사건 모의실험을 수행하고 그 결과를 통해 네트워크의 대역폭 향상 및 공정성의 개선 정도를 분석한다.

본 논문의 구성은 2장에서 DQDB 프로토콜에 개요 및 문제점에 대해 알아보고, 3장에서는 기존의 공정성을 개선을 위하여 제안되었던 기법들을 고찰하였다. 4장에서는 제안된 기법을 상세히 기술하였으며, 5장에서는 성능 평가를 위한 모델링 및 시뮬레이션에 대해 언급한다.

제 2 장 DQDB 소개

2-1 DQDB 프로토콜 개요

DQDB 네트워크는 2개의 고속 단 방향 버스와 2개의 버스에 접속된 일련의 노드들로 구성되어 있다. 이 노드들은 그림 1에서처럼 2개의 버스로 정보를 전송하거나, 수신 가능하다. 버스들은 서로 반대 방향으로 정보를 운반하므로 임의의 2개의 노드들 간에 전 이중(Full Duplex) 통신을 가능케 해 준다.

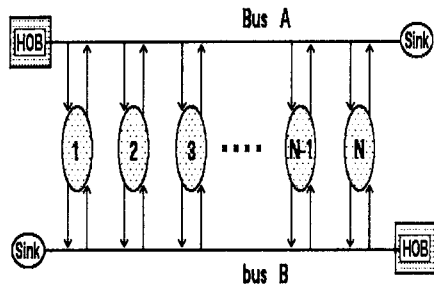


그림 1. Open Loop Bus 의 구성 형태

HOB(Head Of Bus) 기능은 패킷의 전송 시간으로 일정한 시간 간격을 가지는 슬롯(Slot)을 연속적으로 발생시키는 역할을 하며, 각각의 버스에서 전송 방향으로 볼 때 선두에 위치하는 노드에 이 기능이 내장되어 있다. 그림 1에서는 두 개의 HOB를 가지는 경우를 보이고 있다.

헤드 노드에서 생성된 빈 슬롯들은 각 버스의 종단까지 네트워크를 따라 지나가면서 전송할 데이터를 가진 노드에 의해 사용된다. 슬롯의 형식은 그림 2에서와 같이 ATM 셀(Cell)과 매우 유사하므로, DQDB MAN과 B-ISDN과의 연동을 용이하게 해준다. 한편, 데이터의 전송은 슬롯 단위로 하기 때문에, 노드에 도달된 임의의 메시지는 우선 슬롯의 크기와 동일한 53 옥텟의 크기를 갖는 패킷들로 분할된 후 전송되며, 목적지 노드에서 이를 다시 원래의 메시지로 재조립하게 된다.

슬롯 헤더의 첫 번째 옥텟을 ACF(Access Control Field)라고 하는데, 이는 주로 네트워크에서 여러 노드들 간의 전송을 조정해 주기 위해서 사용된다. 그 중 BUSY 비트는 슬롯의 정보 운반 여부를 표시하는데 사용된다. 즉, 그 슬롯이 어떤 노드에 의해서도 사용되고 있지 않은 빈 슬롯인지, 사용되고 있는 슬롯인지를 구별할 수 있게 한다. 그리고 REQUEST 비트들은 패킷의 전송을 위해 빈 슬롯을 예약할 때 사용하게 된다.

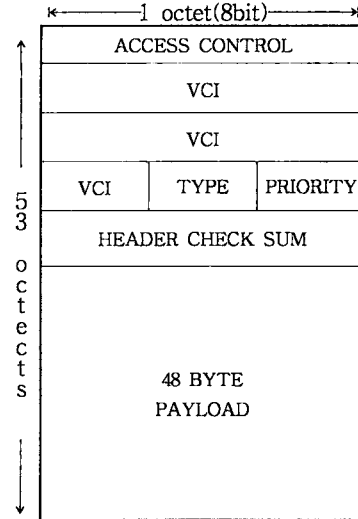


그림 2. DQDB 슬롯의 포맷

DQDB MAN의 전송 프로토콜을 간략히 살펴보면 다음과 같다. 그림 3을 기초로 하여 한 방향으로의 프로토콜을 설명하면 윗쪽의 버스 A가 전진 버스(Forward Bus)가 되고 아래쪽의 버스 B가 후진 버스(Backward Bus)가 된다. 이때, 어떤 노드의 왼쪽 즉, 버스 A의 HOB 쪽에 위치한 노드들이 그 노드의 상위 노드가 되고 반대편의 노드들이 그 노드의 하위 노드가 된다. 이때 버스 A상으로 지나가는 슬롯들은 패킷의 전송에 사용되고 버스 B상으로 지나가는 슬롯들은 발생된 패킷의 전송 예약을 위해 사용된다. 각 노드는 발생된 메시지를 패킷으로 나누어 저장하게 되는 메시지 큐와 REQUEST COUNTER(RQC) 그리고 COUNT-DOWN COUNTER(CDC)를 가지고 있다. 어떤 노드에서 하위 노드로 전송할 데이터가 발생하였다면, 우선 그 노드는 버스 B를 살펴 지나가는 빈 슬롯의 REQUEST BIT를 세트시켜야 한다. 이는 전송할 패킷이 있음을 상위 노드들에게 방송하는 효과를 가져오게 된다. 상위 노드는 버스 B로부터 예약된 슬롯을 발견할 때마다 자신의 RQC 값을 하나씩 증

가시킴에 따라, 버스 A에 빈 슬롯이 지나갈 때마다 RQC값을 하나씩 감소시킨다. 그러므로 하위 노드들로부터 예약된 전송이 보장받게 된다. 그러나 상위 노드 자신이 전송할 패킷이 생긴다면 마찬가지로 버스 B를 지나가는 빈 슬롯에 예약을 하게 되며 그 때까지의 RQC 값을 CDC로 옮기고 RQC의 값을 0으로 만든다. 이를 노드의 카운트 다운 상태라고 한다. 이 때에는 버스 B에 대한 RQC 절차는 이전과 동일하지만 동시에 버스 A로 빈 슬롯이 지나갈 때마다 자신의 CDC 값을 하나씩 감소시킨다. 이는 자신의 패킷이 발생하기 전에 예약된 하위 노드의 전송을 보장해 주고자 하는 이유이며 따라서 CDC의 값이 0으로 되면 다음에 도착하는 빈 슬롯을 점유하여 자신의 패킷을 전송하게 된다. 위와 같은 절차에서 알 수 있듯이 망 내의 모든 노드에 큐가 분산되어 있으며 그 큐는 전체적으로 볼 때 선입선출(FIFO : First In First Out)구조를 갖는 공정한 프로토콜이다 [3][4][5].

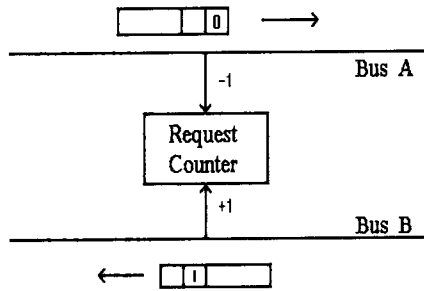


그림 3. 노드의 idle 상태 동작

2-2 DQDB 프로토콜의 문제점

사실 공정성의 정의는 경우에 따라 다르게 생각될 수 있으나 본 논문에서는 각 단말에 가해지는 데이터의 종류는 같다는 가정하에 모든 단말이 과부하시에 같은 양의 데이터를

처리할 수 있음을 그 기준으로 삼았다. 이 기준으로 볼 때 DQDB에서는 망 내에 과부하의 상황이 야기되었을 때 버스 B를 지나가는 모든 슬롯들은 하위 노드들에 의해 먼저 예약되므로 상위 쪽 노드들은 슬롯 예약의 기회조차 얻지 못하게 되는 불공정성이 발생하는 문제가 생기게 된다. 이러한 문제들을 해결하기 위해서 표준안에서는 공정성을 위하여 한번에 하나의 예약만을 하고, 빈 슬롯이 할당 될 때 하나의 패킷 전송만을 허용한다. 그러나 노드간의 거리가 하나의 슬롯 이상으로 길어지게 되면 하위 노드가 먼저 예약을 하더라도 노드간의 전달지연시간으로 인해서 상위노드는 이를 감지하지 못하게 되고 자신의 데이터를 먼저 전송하게 되는 불공정성이 발생하게 된다. 따라서 HOB에 가까운 상위 노드가 상대적으로 유리한 불공정성이 발생한다. 이러한 불공정을 해결하기 위하여 여러가지 기법들이 제안되었고, 그 중에 가장 잘 알려진 것이 BB 기법과 PA 기법이다. 이 두가지 기법에서는 공정성은 어느정도 해결하였으나, 대역폭의 낭비를 초래하는 문제가 생기게 된다.

따라서 본 논문에서는 DQDB에서의 공정성 개선과 더불어 대역폭의 효율에 성능의 초점을 맞추어 연구를 진행하였다.

제 3 장 공정성 개선 기법들

DQDB의 불공정성을 해결하는 다양한 기법들이 지금까지 제안되어 왔는데, 그 중 대표적인 기법으로서 상위 노드의 전송 기회를 일부 하위 노드로 양보함으로써 공정성을 개선하는 대역폭 균형(Bandwidth Balancing : BB)기법과 비례할당 (Proportional Assignment : PA)기법 등이 제안되어 있다. 그러나 BB 기법과 이를 다소 수정한 PA 기법은 공정성 개선 효과는 뛰어나지만 약간의 대역폭을 낭비하게 된다 [6][7][8][9][10].

BB 기법에서 기준 부하(R)값은 전송률이 제어되는 노드들에 모두 동일한 값이 적용되며, 다음 식과 같이 사용하지 않는 버스 용량에 비례한다.

$$R = \beta (1 - \sum_j \gamma_j) \quad (3.1)$$

$$\gamma_j = \min(R, \rho_j) \quad (3.2)$$

여기서 ρ_j 는 노드 j 에 제공된 부하이므로, γ_j 는 j 노드가 실제 전송한 부하, 즉 처리율(throughput)이며, $(1 - \sum_j \gamma_j)$ 는 idle 채널 용량(W_B) 해당한다. (R, γ, ρ 의 단위는 packets/slot 이다.)

위식에서 알 수 있듯이 본 기법의 특징은 과부하가 주어진 모든 노드에는 동일한 대역폭이 주어지는 반면 저부하가 주어진 노드에는 인가부하가 제한값 이하이기 때문에 모든 인가 부하가 전송된다는 것이다. 또한 과부하 상태에 있는 노드들에 주어지는 기준 부하 값은 인가 부하의 증감과 관계없이 R 로 일정하다.

BB 기법은 각 노드들이 β 번 전송 이후에 지나가는 하나의 빈 슬롯을 사용하지 않고 하위 노드로 양보하도록 함으로서 간단하게 구현할 수 있다. 즉 BB 카운터를 추가로 두어 데이터 패킷을 전송할 때마다 1씩 증가시키다가 β 에 도달하게 되면 0으로 리셋 시키는 동시에 RQC를 하나 증가시킴으로서 대역폭의 $\beta/\beta+1$ 만 사용 가능하게 된다. 따라서 $\alpha = \beta/\beta+1$ 라 정의할 때 임의의 i 노드에서의 처리율은

$$\gamma_i = \alpha (1 - \sum_{all j \neq i} \gamma_j) \quad (3.3)$$

이 된다^{[9][10]}. 따라서 망 내의 모든 노드가 과부하시에는 γ_i 값이 일정하게 되어 모든 노드에서의 처리율이 공정하게 된다.

PA 기법은 BB 기법과 같은 개념에서 출발한 기법이지만 전송 노드들에 주어지는 기준 부하가 인가 부하에 비례하여 개별적으로 적용된다는 점에서 차이가 있다. 즉 인가 부하와 기준 부하는 비례 관계($R_i \propto \rho_i$)가 존재한다.

과부하시의 공정성을 해결하고자 한 BB 기법에서는 결과적으로 모든 노드에 일괄적인 기준 부하 R 이 할당되므로 특정 과부하 단말에서는 상대적인 불공정성이 발생한다. 따라서, 이 기법의 기본적인 개념은 BB 기법에서 출발하여 각 노드의 실제 부하에 따라 비례적으로 기준 부하 R 을 할당하는 것이다. 그러므로 기준부하와 인가 부하는 비례관계($R_i \propto \rho_i$)가 존재하게 된다.

PA 기법에서 임의의 i 노드의 기준 부하는 BB 기법의 식 (3.1) 과 (3.2)로부터 다음과 같이 변형될 수 있다.

$$R_i = \beta \rho_i (1 - \sum_j \gamma_j) \quad (3.4)$$

$$\gamma_i = \min(R_i, \rho_i) \quad (3.5)$$

$\sum_j \rho_j < 1 - W_B$ 일때에는 $\gamma_i = \rho_i$ 로 되어($W_B = 1/\beta$) 어떠한 제어도 받지 않고 각 노드는 인가된 부하를 그대로 수용할 수 있게 된다. 하지만, 총 인가 부하가 $1 - W_B$ 를 초과할 경우에는 기준 부하 초과 여부에 관계없이 모든 노드의 전송을 제어를 받게 되므로 식(3.5)에 의해 노드의 새로운 γ_i 가 결정되게 되고 식 (3.4)에 의해 기준 부하 R_i 의 값이 갱신된다. 따라서 식 (3.4), (3.5)로부터 제어된 i 노드의 처리율은

$$\gamma_i = \beta \rho_i W_B \quad (3.6)$$

가 된다. 그리고 $\Phi_i = \beta \rho_i / (1 + \beta \rho_i)$ 라고 정의하면 이는 BB 기법에서의 사용 가능한 대역 α 에 해당 되고,

$$\gamma_i = \Phi_i (1 - \sum_{all j \neq i} \gamma_j) \quad (3.7)$$

을 얻을 수 있다. 그러므로 PA 기법은 항

상 총 인가 부하를 계산하고 있어야 하며 그에 따라 노드마다 비례적으로 기준부하가 할당되는 방법이다. 한편, 모든 노드가 과부하가 걸렸을 때는 $\sum_j \gamma_j$ 의 값이 항상 일정하게

되므로 식(3.6)이 고정되게 된다. 이는 과부하 상황에서 모든 노드들에게 일정한 대역을 할당하는 결과를 가져온다.

PA 기법을 실제로 구현할때 각 노드들은 식(3.7)에 의한 γ 로 제어되고 미리 정해 놓은 시간이 경과할 때마다 자신의 인가 부하를 계산한다. 그때마다 $\beta\rho_i$ 값을 정수로 취하여 BB 기법에서의 모듈러(반복 상수) 값처럼 적용한다. 위에 기술된 수식들을 사용하여 망에서 낭비되는 대역을 표현하면,

$$W_B = 1 - \sum_j \rho_j \quad (3.8)$$

이때, 총 인가 부하가 기준 부하를 초과한 경우에는

$$\gamma_i = \beta\rho_i(1 - \sum_j \rho_j) \quad (3.9)$$

이므로 사용되는 전체 대역은 T는

$$W_B = 1 - T = \frac{\beta \sum_j \gamma_j}{\beta \sum_j \rho_j} = \frac{T}{\beta \sum_j \rho_j}$$

$$T = \frac{\beta \sum_j \rho_j}{(1 + \beta \sum_j \rho_j)} \text{ 이므로}$$

$$W_B = \frac{1}{(1 + \beta \sum_j \rho_j)} \quad (3.10)$$

각 노드의 버퍼 크기를 K라고 할 때 임의의 노드 i 의 처리율을 $\gamma_i(K)$ 라 표기한다면 이 시스템의 낭비되는 대역폭이 다음과 같이 주어진다.

$$W_B(K) = 1 - \sum_{i=0}^N \gamma_i(K) \quad (3.11)$$

제 4 장 제안된 시스템

본 논문에서는 DQDB가 가지는 불공정성을 해결하고 위의 두 기법 [9], [10]에서 나타난 처리율과 공정성을 개선할 수 있는 기법을 제안한다. 노드가 버퍼링된 여러 개의 패킷을 가지고 있다면 다중의 요청을 가능하게 하고 있으며 이를 위하여 노드에서는 버퍼된 패킷의 수를 지시하는 REQUEST PENDING COUNTER를 가지게 된다. 본 논문에서 제안한 제안 기법은 한 노드에 버퍼된 모든 패킷에 대해 가능한 한 빨리 예약을 발생시켜 준다. 노드에 M개의 패킷으로 구성된 메시지가 발생하면 REQUEST PENDING COUNTER의 값은 M개가 증가하게 되고 후진 버스에서 예약 비트를 할당받을 때마다 하나씩 그 값을 감소시킨다. 이 전의 기법들과는 달리 REQUEST PENDING COUNTER의 값이 "0"이 아닌 한 노드는 계속해서 후진 버스 상의 예약 비트를 얻으려고 할 것이다. 이 기법에서는 request 카운터가 자신의 하위 노드로부터 예약된 슬롯의 수를 계산하고 있으며, 전송하고자 하는 패킷이 발생하게 되면 request 카운터 값을 카운트 다운 카운터로 옮긴다. 이때 request 카운터의 값이 미리 정해진 상수 A 보다 크다면 카운트 다운 카운터의 값은 A로 되고 그 차이만큼만이 request 카운터에 남아 있게 된다. Bus A로 빈 슬롯이 지나가게 되면 카운트 다운 카운터의 값이 하나씩 감소하게 되어 카운터의 값이 '0'이 되었을 때 패킷은 빈 슬롯을 사용하여 전송된다. 이 기법에서는 발생된 패킷은 최대 A 개의 빈 슬롯이 지나간 이후에는 반드시 전송되므로 각 노드는 최소 처리율을 보장받게 된다. 모든 노드가 큰 화일 전송을 시도하고 있는 N개의 노드를 가진 DQDB 망을 고려해볼 때 각 노드들은 서로 자신만이 총 버스 용량을 사용하려 할 것이다. 그러나 시스템은 과부하 상황이고 다중 요청이 허용되고 있으므로 후진 버스 상의 모든 예약 비트가 항상 세트되어 있을 것이다. 그러므

로 상위 노드의 요청 카운터는 결코 “0” 인 경우가 없을 것이다. 최상위 노드인 노드 1의 제어 파라미터가 A1으로 설정되어 있다면 그 노드는 A1개의 빈 슬롯을 하위 노드로 보내고 하나의 슬롯을 사용할 것이다. 그러므로 이 노드의 처리율은 1/(1+A1)가 된다. 같은 방법으로 노드 2의 처리율을 구해 보면 A1/((1+A1)(1+A2))로 된다. 이를 일반화시켜 노드 N의 최대 처리율 γ_n 은 다음과 같다.

$$\gamma_n = \left(\prod_{i=1}^{n-1} \frac{A_i}{1+A_i} \right) \frac{1}{1+A_n}$$

만일 A_N 이 노드의 하위 노드 갯수라면 각 노드의 처리율은 모두 1/N 으로 동일하게 된다.

또, 노드의 트래픽 부하가 1/N을 초과하지 않는 값 ρ_n 이면 노드 n의 처리율은 그대로 ρ_n 이 된다. 그러므로 과부하 상황이 아닐때는 기본적인 DQDB 프로토콜을 그대로 수행하게 되어 공정하고 효율적으로 동작하며 과부하 시에는 전체 노드가 공정한 처리율을 갖으면서 대역의 낭비가 없게 된다.

제 5 장. 시스템 시뮬레이션

DQDB 프로토콜은 실제로 두 버스가 모두 예약과 전송을 동시에 수행하게 된다. 즉, 상위노드로의 전송과 하위노드로의 전송시에는 각각 다른 버스를 사용하게 된다. 하지만 여러 성능평가 논문들에서 주로 사용하는 ‘단편 해석기법’을 적용하면 프로토콜의 해석과 실험이 용이해 질 수 있다. 따라서 본 논문에서도 ‘단편 해석기법’을 사용하기로 하고 이에 따른 노드의 구성도를 그림 4에 나타내었다.

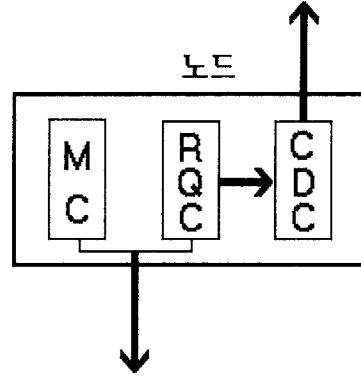


그림 4. 제안 기법의 노드 구성도

- M Q : Message Queue
- R Q C : Request Counter
- C D C : Countdown Counter

모의실험을 위하여 제안된 기법을 모델링함에 있어서 시간 및 거리의 단위로는 슬롯을 사용하며, 각 노드에 동일한 상황을 부여하기 위하여 마지막에 위치한 노드에서도 메시지가 발생하고 각 노드에서 발생된 메시지는 모두 SINK를 목적지로 한다고 가정하였다. 실험을 위한 DQDB 망에서는 총 9개의 노드로 망을 구성하고 있으며, 이때 여러 상황을 부여하여 공정성과 대역의 이용효율을 관찰한다. 망에서의 공정성과 대역이용 효율을 평가하기 위하여서는 노드들의 부하상태에 따르는 각 노드에서의 처리율을 고찰한다. 처리율은 슬롯시간으로 정규화되어 단위 슬롯시간 동안 처리된 패킷의 갯수를 의미하도록 정의되었으며 따라서 모든 노드의 처리율 합이 ‘1’이면 망의 대역을 최대로 사용하는 경우에 해당된다. 여기서 처리율 곡선의 평탄한 정도는 공정성을 판단하는 기준이된다. 위와 같은 이유에서 실험결과로는 각 실험상황에서 기본적인 DQDB 프로토콜과(BASIC), 대역폭 균형 기법(BB), 비례할당 기법(PA) 그리고 제안하는 기법(BP : Bandwidth Preempt)의 처리율을 비교하였다.

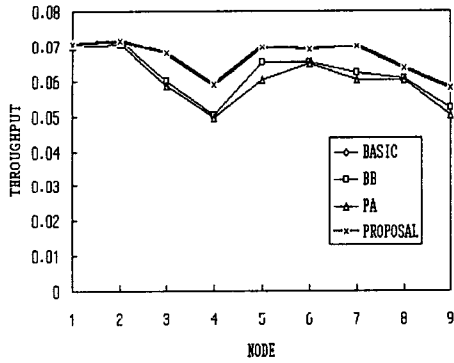


그림 5. 모든 노드의 경 부하 상황에서의 처리율 비교

위의 그림 5에서는 DQDB 망 내의 모든 노드들에 적은 양의 부하만이 존재하여 전체 부하량이 망의 총 용량을 초과하지 않는 상황에 대한 실험이다.

결과에서 알 수 있듯이 제안된 기법의 처리율 곡선은 거의 평탄하게 되므로 각 노드에 같은 양의 경부하가 인가되는 경우에는 인가된 부하가 거의 모두 공정하게 처리됨을 알 수 있다. 하지만 BB나 PA기법을 사용한 경우에는 경부하시에도 기법의 알고리즘 때문에 단위 슬롯당 처리된 패킷의 수인 처리율이 다소 떨어지게 된다.

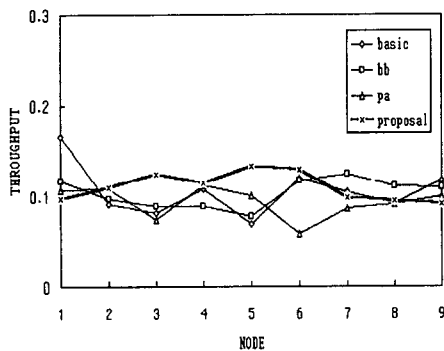


그림 6. 모든 노드의 과부하 상황에서의 처리율 비교

그림 6은 망 내의 모든 노드에 과부하가 인가된 경우 즉, 각 노드에 한 슬롯당 하나 이상의 비율로 패킷이 인가되고 전체 인가된 부하가 망의 총 용량을 초과하는 경우에 대한 실험이다. 앞서 서술하였듯이 이런 과부하 상황에서 공정성 문제가 발생되는 것이다. 실험 결과를 살펴보면 제안된 기법에서의 처리율 곡선이 거의 평탄하므로 과부하시에도 공정한 노드 처리를 하고 있음을 알 수 있다. 또한 표 1, 2에서 볼 수 있듯이 처리율의 총 합이 망의 용량과 같아 지므로 이는 낭비되는 대역이 생기지않아 대역 이용 효율 측면에서 월등히 우수함을 나타내주고 있다. 반면 다른기법들에서는 공정성은 해결되는듯 보이나 대역의 낭비가 발생함으로 대역 이용 효율 측면에서는 좋은 성능을 내고 있지 못하다.

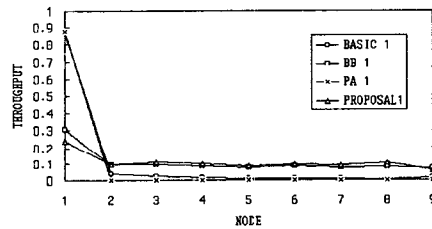


그림 7. 상위의 한 노드에 부하가 집중된 경우

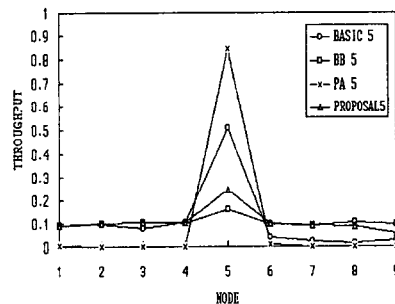


그림 8. 중앙의 한 노드에 부하가 집중된 경우

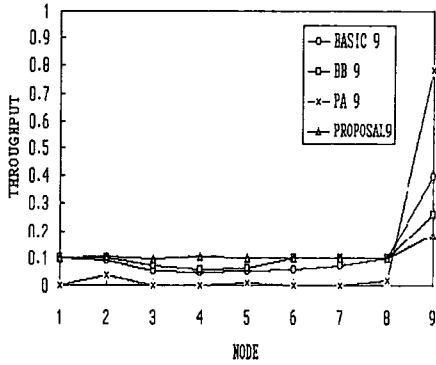


그림 9. 하위의 한 노드에 부하가 집중된 경우

표 1. 경부하 상황의 대역이용 효율

NODE	BASIC	BB	PA	BP
1	0.071	0.071	0.070	0.071
2	0.072	0.072	0.071	0.072
3	0.068	0.060	0.059	0.068
4	0.059	0.050	0.050	0.059
5	0.070	0.065	0.060	0.070
6	0.069	0.065	0.065	0.069
7	0.070	0.062	0.060	0.070
8	0.064	0.061	0.060	0.064
9	0.058	0.052	0.050	0.058
합 계	0.599	0.559	0.545	0.599

그림 7, 그림 8, 그림 9는 특정한 위치의 한 단말에만 과부하가 인가되고 나머지 노드들에는 경부하가 인가되는 상황에 대한 실험이다. 전체적으로 살펴보면 그림들에서 같이 과부하가 인가된 노드가 가장 많이 처리를 받게 된다. 하지만 전적으로 특정 노드만을 처리하게 된다면 다른 노드들의 입장에서 고려해 볼 때 경부하가 인가되었음에도 불구하고 과부하인 특정 노드로 인하여 처리율 성능이 상당히 저하된다. 그러나 이러한 문제에 가장 잘 적용하고 있는

기법 역시 제안된 기법임이 입증된다. 즉, 특정 노드에만 과부하가 인가되었더라도 다른 노드들의 처리율에 미치는 영향을 최소화하여 공정성을 유지하게 된다. 만일 특정노드에만 부하가 존재할 때에는 Request Counter가 비어있게 되므로 부하가 있는 단말만이 채널을 독점 할 것이고, 따라서 부하가 편중되어 있는 경우라 할지라도 유효대역의 낭비를 초래하지 않는다.

표 2. 과부하 상황의 대역이용 효율

NODE	BASIC	BB	PA	BP
1	0.167	0.117	0.107	0.098
2	0.092	0.098	0.108	0.110
3	0.082	0.089	0.075	0.124
4	0.108	0.089	0.112	0.115
5	0.070	0.078	0.101	0.133
6	0.120	0.117	0.058	0.129
7	0.105	0.125	0.087	0.099
8	0.093	0.111	0.092	0.095
9	0.117	0.110	0.100	0.092
합 계	0.954	0.934	0.840	0.995

제 6 장 결 론

본 논문에서는 DQDB(Distributed Queue Dual Bus) 프로토콜의 전송 기회의 불공정 문제를 개선하기 위한 해결 방안을 제안하였다. 현재까지 제안된 기법들은 과부하시에 공정성을 개선하기 위하여 일정 대역폭을 낭비하게 되는 단점을 가지고 있었다. 본 논문에서 제안된 방법은 기존의 프로토콜에 약간의 수정을 가하여, 공정성을 해결할 때 발생하는 대역폭의 낭비를 발생하지 않도록 한다. 표준안에도 명시되어 있는 BB 기법과 PA 기법에서는 공정성을 해결하기 위하여 부득이하게 대역효율을 낭비하게 되었으나 제안된 기법에서는 과부하시에 공정

한 결과를 가져옴과 동시에 대역 이용에 있어서도 불필요한 낭비가 없다. 이는 망 내의 모든 단말이 과부하 상태가 되면 각 단말은 하위노드의 개수만큼씩의 빈 슬롯을 전달해 주므로써 공정한 서비스를 가져오게 된다. 이 사실을 수치 해석된 결과를 비교 분석함으로써 입증하고 모의 실험을 통하여 가시화하여 수학적인 결과를 검증하였다.

제 6 장 참고문헌

- [1] Masato Tsukakoshi, osamu Takada, Toshihiko Murakami, " Large-scale and High-speed Interconnection of Multiple FDDIs using ATM-based Backbone LAN " IEE INFOCOM '92, 1992, pp.2290-2298
- [2] I.S. Venieris, J.D. Angelopoulos, G.I. Stassinopoulos, "DQDB MAN as A Transit Network for ATM CPNS " IEEE INFOCOM '92, 1992, PP. 2351-2357
- [3] William Stallings, Handbook of computer communications standards vol. 2 Local Area Network Standards 2ed. , Howard W.Sams & Company
- [4] William Stallings, Networking standards : a guide to OSI, ISDN, LAN, and MAN standards, Addison-Wesley Publishing company, 1993, pp.398-433.
- [5] Biswanath Mukherjee, Chatschik Bisdikian, " A journey through the DQDB network literature ", Performance Evaluation 165, 1992, pp.129-158.
- [6] Gary C. Kessler, "IEEE 802.6 MAN (An overview of this metropolitan area network standard)" , LAN Magazine, April 1990.
- [7] R. M. Newman, Z.L. Budrikis and J.L. Hullet, "QPSX MAN" , IEEE Comm. Mag. 26, 1988, pp.20-28.
- [8] Macro Conti, Enrico Gregory, Luciano Lenzini, " A Methodological Approach to and Extensice Analysis of DQDB Performance and Fairness", IEEE Journal on Selected Areas in Comuunications, vol.9, NO.1, January 1991, pp.76-87
- [9] M. Spratt, " Allocation of bandwidth in IEEE 802.6 with non-unity ratio bandwidth balancing, Proc. IEEE ICC'91, Denver, CO, June 1991, pp. 729-735.
- [10]Biswanath Mukherjee, Subrata Banerjee, "Alternative Strategies for Improving the Fairness in and Analytical Model of the DQDB Network", IEEE Transactions on Computers, vol.42, No.2 February 1993, pp.151-167.
- [11] J. Filipiak, " Access protection for fairness in a DQDB MAN, Proc, IEEE ICC'89, Boston, MA, June 1989, pp.635-639.
- [12] M.A. Rodrigues, "Erasure node: Performance improvements for the IEEE 802.6 MAN", in Proc. IEEE INFOCOM, San francisco, CA, june 1990, pp.636-643.
- [13] 석정봉, "FDDI, DQDB, FFOL의 표준화", 정보통신시대 1993년 3월호, pp.198-201.