

# 소거노드 기반 DQDB망의 슬롯 재이용

정희원 조경숙\*, 오범석\*\*, 김종근\*\*\*

## Slot Reuse Based on Erasure nodes in DQDB

Kyoung-Sook Cho\*, Bum-Suk Oh\*\*, Chong-Gun Kim\*\*\* *Regular Members*

### 요약

DQDB (Distributed Queue Dual Bus)망은 목적지 노드에서 읽혀진 슬롯을 제거하는 소거노드 기능이 있다. 본 논문에서는 기존 DQDB망의 수정없이 소거노드 개념을 적용하여 부하가 적으면서 망의 이용률을 향상시킬 수 있는 두 가지 평가식을 제안하였다. 첫째는 DQDB메커니즘을 밀접하게 따르는 확률적 방법에서 슬롯 재이용을 이용한 각 노드의 슬롯 이용률 평가식과, 둘째는 소거노드를 가진 정규화한 망에서 삼각형 단위의 규칙으로 영역별 슬롯 이용률을 구하는 평가식을 구하였다. 제안한 방법들은 접근 방법과 분석이 쉬우면서 [1]과 비교하였을 때 버스 효율은 월등히 향상되었다. 또 소거노드의 수와 노드 수의 증가에 관계없이 영역별 슬롯 이용률 및 전체 버스효율을 구할 수 있다는 특징이 있다.

### ABSTRACT

DQDB (Distributed Queue Dual Bus) network gets erasure nodes that recognizes slots which have passed their destination node, and release the slots for subsequent use. This paper shows two calculation methods for network's utilization with reuse scheme based on erasure nodes. One is calculation method by using probability concept which follows real DQDB operation mechanisms. The other method is using an analysis of triangle which is presented various slot usage. We can get gradually improved bus throughput, comparing with reference [1]. The proposed calculation methods can be easily expanded in number of nodes or erasure nodes, also are apt to analysis the bus performance.

### I. 서론

IEEE 802.6에서 MAN의 프로토콜로 제안된 DQDB는 액세스 지연시간이 짧으면서 버스 대역폭을 100% 사용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 단방향 버스의 헤드노드에서 생성된 빈 슬롯은 각 노드의 세그먼트 전송을 위해 최대 한번 밖에 사용되지 않는다는 단점이 있다. DQDB망에서는 버스의 이용률을 증가시키면서도 망의 지연이 크게 발생하지 않도록 특정 노드에서만 슬롯을 재생하도록 하는 소거노드 방식을 채택하고 있다.

따라서 슬롯 재이용을 위해 소거노드 수에 따른 버스의 이용률 증가 및 소거노드의 최적위치를 결

정하기 위한 연구가 있었다<sup>[1,2]</sup>. 또 슬롯 재이용 뿐만 아니라 선이용에 관한 연구<sup>[6]</sup>도 있었으며, 슬롯 선이용/재이용에 관한 연구도 이루어졌다<sup>[5],[7,9]</sup>. 슬롯을 선이용/재이용할 경우 선이용 또는 재이용만 하는 것보다 망내 버스 효율은 높으나 메커니즘이 복잡하고 전송지연이나 오버헤드가 발생하는 단점이 있다.

본 연구에서는 DQDB망 내에 등간격의 복수 소거노드를 두고 슬롯 재이용을 위한 제어 메커니즘을 구축하였을 경우 이용률의 증가를 확인할 수 있는 평가식을 제안하고 분석하기로 한다. 2장에서는 기본 DQDB망의 버스 효율에 관한 연구를 다루고 3장에서는 DQDB메커니즘을 밀접히 따르는 확률적

\* 창원대학교 정보통신과,  
논문번호: 00338-0828, 접수일자: 2000년 8월 28일

\*\*경동정보대학 컴퓨터 정보통신계열,

\*\*\* 영남대 전자정보공학부

방법에 의한 슬롯 이용률 평가식을 제안하고 그 성능을 평가한다. 4장에서는 각 노드의 슬롯 이용 형태를 삼각형으로 나누어 각 영역별 슬롯 이용률과 재이용 슬롯 이용률의 일정한 규칙을 평가식으로 나타내고 그 성능결과를 분석한다. 5장에서는 이들 실험결과를 기존 논문과 비교하여 향상된 바를 확인하고 6장에서는 결론을 기술한다.

## II. 기본 DQDB망

DQDB망은 그림 1과 같이 두 개의 단 방향 버스로 구성되어 있다. 버스의 헤드 노드에서는 고정된 길이의 슬롯이 주기적으로 생성되고, 전송할 세그먼트가 있는 노드에서는 반대편 버스를 통해 슬롯 사용을 예약하고 자기 순서가 되면 빈 슬롯에 세그먼트를 실어 보낸다. DQDB망에서 버스 효율은 최대 1로 한번 생성된 슬롯은 데이터를 잘해야 한번 실어 전송한 후 소멸하게 된다.

### 2.1 버스 효율

망이 그림 1과 같은 구조로  $n$ 개의 노드를 갖고 있을 때 노드  $i$ 에서 발생하는 세그먼트는 동일확률  $1/(n-i)$ 로 각 하위노드에 전송될 기회를 갖는다고 가정한다.  $n$ 개 노드 중 노드  $i$ 가 상위노드일수록 슬롯 전송 기회가 많아지기 때문에  $i$ 번째 노드의 슬롯 이용률  $u_i$ 는 식 (1)과 같이 표현할 수 있다<sup>[7]</sup>.

$$u_i = \frac{n-i}{\sum_{k=1}^i k} = \frac{2(n-i)}{n(n-1)} \quad (1)$$

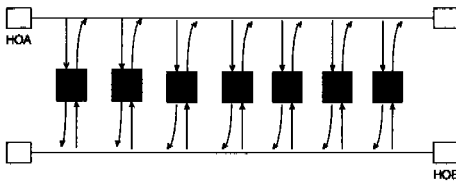


그림 1. DQDB망의 구조

### 2.2 소거노드 기능

DQDB 망에서는 목적지 소거노드 방식과 버스의 이용률은 증가시키면서도 망의 지연이 크게 증가하지 않도록 특정노드에서만 슬롯을 재생하도록 하는 소거노드 방식을 채택하였다. 즉 일반 노드는 지연 없이 다음 노드로 슬롯을 통과시키고, 슬롯의 목적지가 자신의 노드이면 다음 노드의 PSR(Previous Slot Received) 비트를 1로 바꾸어 이전 슬롯이 사

용된 슬롯임을 표시한다. 소거노드는 1슬롯 길이만큼의 FIFO를 가지고 지나가는 슬롯을 지연시키면서 PSR비트를 감시하여 PSR비트가 1이면 FIFO에 저장된 이전 슬롯의 busy비트를 0으로 만들어 전송한다. 이와 같은 방법은 망에 연결된 일부의 노드만이 소거노드로 동작하므로 전달지연이 크게 증가하지 않으면서도 버스의 이용률을 높일 수 있으며, 모든 노드가 슬롯 재생 기능을 갖지 않아도 되는 장점이 있다<sup>[9]</sup>.

## III. 확률적 방법에 의한 슬롯 재이용

본 장에서는 DQDB망에 동간격의 소거노드를 두고 소거노드 메커니즘 하에서 슬롯이 재이용될 때 각 노드의 슬롯 이용률을 구하는 평가식을 제안한다. 그리고 이들 식에 의하여 노드의 슬롯 이용률에 대한 수치 결과를 분석한다.

DQDB망의 헤드에서 생성된 슬롯이 재이용됨에 따라 한번 이상 사용되는 슬롯의 이용률을 구하기 위하여 그림 2와 같이 두 개의 소거노드를 가진 DQDB망을 기초로 확률적 방법에 의한 슬롯 재이용 방법을 제안하고 슬롯 이용률을 구하는 평가식을 유도한다. 슬롯 재이용에 사용될 식의 이해를 돕기 위해 다음과 같이 변수를 정의하고 이후 동일한 목적으로 사용하기로 한다. 또한 모든 노드에서는 항상 전송할 데이터가 있다고 가정하며, 데이터는 비연결형 QA 슬롯만을 다루기로 한다. 버스는 대칭적으로 동작하므로 단방향 버스에 대해서만 분석한다.

$i$	노드 번호
$k$	영역 번호
$m_k$	영역 $k$ 의 소거노드 번호
$n$	노드의 수
$e$	소거 노드의 수
$r$	영역의 수
$U(k)$	영역 $k$ 에서의 기본 슬롯 이용률
$Short(k)$	동일 영역 $k$ 로 세그먼트가 전송되는 슬롯 이용률
$Remote(k)$	다른 영역에서 영역 $k$ 로 전송되는 슬롯 이용률
$Reuse(k)$	영역 $k$ 에서의 재이용 슬롯의 이용률
$Node\_reuse(i)$	노드 $i$ 에서의 슬롯 재이용률
$\alpha(i)$	재이용율을 각 노드로 할당하는

	비율
$P_i$	노드 $i$ 에서의 슬롯 이용률
$T$	버스 A의 전체 슬롯 이용률

3.1 동일 영역간 데이터를 전송하는 슬롯

그림 2의 예에서와 같이 같은 영역으로 데이터를 전송할 슬롯을 확률적으로 구할 수 있다. 이 슬롯들은 소거노드에서 소거되어 다음 영역 이하에서 다시 데이터를 전송할 권한을 얻게된다. 즉 영역 1에서는 영역 0내에서 이미 세그먼트 전송을 마친 슬롯을 소거노드  $m_1$ 에서 소거하여 재이용할 수 있다. 예를 들어, 그림 2의 노드 1에서 동일 영역인 영역 0내의 다른 노드로 세그먼트가 전송되는 경우를 확률적 방법으로 구해 보면, 노드 1에서 사용할 수 있는 슬롯 이용률을 나타내는  $P_1$  중에서 노드 2나 노드 3으로 세그먼트가 전송될 확률은  $P_1 \cdot 2/8$ 가 된다. 또 노드 2에서 사용할 수 있는 슬롯 이용률  $P_2$  중 노드 3으로 전송될 확률은  $P_2 \cdot 1/7$ 이므로 영역 0내에 있는 노드로 세그먼트가 전송될 확률은  $P_1 \cdot 2/8 + P_2 \cdot 1/7$ 이 된다. 소거노드  $m_1$ 에서는 영역 0으로 세그먼트를 전송하는데 사용된 슬롯인  $P_1 \cdot 2/8 + P_2 \cdot 1/7$ 만큼을 소거하여 영역 1의 각 노드에서 재이용하도록 한다.

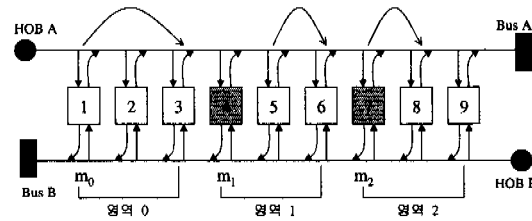


그림 2. 동일 영역간 세그먼트 전송의 예

그림 2에서는 노드 1에서 노드 3, 노드 5에서 노드 6, 노드 7에서 노드 8 등과 같이 동일한 영역간 세그먼트를 전송하는 슬롯의 예를 나타내고 있다. 확률적 방법에 의해 동일 영역으로 세그먼트 전송이 이루어지는 슬롯 이용률을 구하는 식을 구하면 식 (2)의  $Short(k)$ 와 같이 표현할 수 있다.

$$Short(k) = \sum_{x=1}^{m_{k+1}-m_k} P(m_k+x-1) \cdot \frac{m_{k+1}-m_k-x}{n-m_k-x+1} \cdot (2)$$

이것은 영역  $k+1$ 에서 재이용할 수 있는 슬롯의 일부가 된다. 영역 2에서 재이용할 수 있는 슬롯은

영역 0에서 영역 1로 세그먼트를 전송한 슬롯과 영역 1에서 영역 1로 세그먼트를 전송한 슬롯을  $m_2$ 에서 소거한 슬롯이 된다.

3.2 다른 영역간 데이터를 전송하는 슬롯

그림 3에서는 노드 2에서 노드 5, 노드 6에서 노드 8 등과 같이 서로 다른 영역간에 세그먼트를 전송하는 슬롯의 예를 나타내고 있다. 영역 1의 노드가 영역 2의 노드로 세그먼트를 전송하는 것처럼, 다른 영역간 세그먼트 전송이 이루어지는 슬롯량을  $Remote(k)$ 로 표현하며 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Remote(k) = \sum_{y=0}^k \sum_{x=1}^{m_{y+1}-m_y} P(m_{y+1}+x-1) \cdot \frac{m_{y+1}-m_y}{n-m_y-x+1} \cdot (3)$$

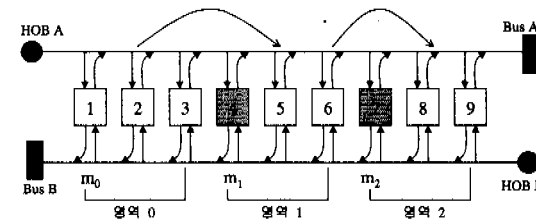


그림 3. 다른 영역간 세그먼트 전송의 예

3.3 슬롯 재이용을 위한 평가식

영역  $k$ 에 있는 노드들이 슬롯을 재이용할 수 있는 양은 식 (3)의  $Reuse(k)$ 로써 영역  $k-1$ 로 세그먼트를 전송할 확률  $Short(k-1)$ 과  $Remote(k-1)$ 을 합한 슬롯 이용률이 된다. 노드 9개, 소거노드 2개를 나타내는 그림 3의 예에서 각 노드로 재이용 슬롯을 할당해 주는 비율을 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다. 영역별 재이용 슬롯이 결정되면 식 (4)의 비율로 재이용 슬롯을 나누어 식 (5)와 같이 노드별로 재이용할 수 있는 슬롯 이용률을 구할 수 있다. 영역별 특성에 따른 각 노드의 슬롯 이용률은 식 (6)과 같이 구할 수 있다. 각 노드별 이용률을 합하면 버스 이용률로 이것은 식 (7)과 같다. 영역에 따라 이용하는 슬롯의 형태가 다르기는 하지만 일반적으로  $P_i$ 는 노드  $i$ 에서의 슬롯 이용률을 나타낸다.

$$Reuse(k) = Short(k-1) + Remote(k-1), 1 \leq k < r, \quad k=1일 때 Remote(0)=0 \quad (3)$$

$$\alpha(i) = \frac{n-i+1}{\sum_{x=m_k-1}^{m_{k-1}-1} (n-x)}, \quad 0 \leq k \leq r-1 \quad (4)$$

$$Node\_reuse(i) = Reuse(k) \cdot \alpha(i), \quad m_k \leq i < m_{k-1} \quad (5)$$

$$P(i) = u_i + Node\_reuse(i), \quad \text{where } Node\_reuse(0) = 0, \\ \text{when } 1 \leq i < m_1 \quad (6)$$

$$T = \sum_{i=1}^n P(i) \quad (7)$$

### 3.4 성능평가

본 절에서는 앞에서 구한 슬롯 이용률 평가식을 이용하여 수치실험 분석하였다. 노드 수와 소거노드 수는 제한없이 증가시킬 수 있으나 노드 수가 많은 경우는 5장에서 비교분석하기로 한다. 그림 4는 3.1 절에서 유도한 슬롯 재이용 방법에 의해 노드 수 20개일 때 등간격의 소거노드를 1개(소거노드 : 11), 3개(6,11,16), 5개(4,7,11,14,17)로 두고 노드별 슬롯 이용률을 분석한 결과이다. DQDB는 기본 DQDB망의 슬롯 이용률을 나타내고 iE-Node는 소거노드 i개일 때 노드의 슬롯 이용률을 나타낸다. 소거노드가 많을수록, 하위 영역으로 갈수록 재이용 슬롯이 많아져 기본 DQDB보다 월등히 높은 슬롯 이용률을 가지게 된다.

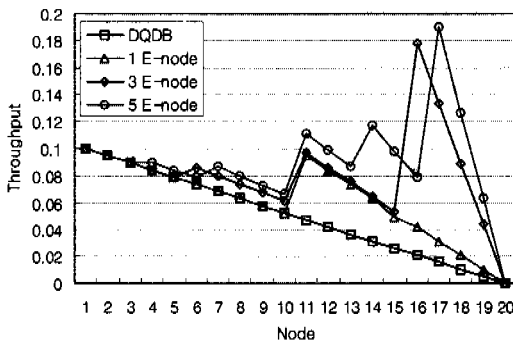


그림 4. 노드별 슬롯 이용률

## IV. 슬롯 이용의 삼각형 규칙에 의한 슬롯 재이용

본 장에서는 먼저 DQDB망 내에 복수 소거노드를 두고 소거노드를 중심으로 망의 노드들을 등간격의 영역으로 나누어 헤드에서 생성되어 내려오는 슬롯의 일부가 재이용되는 개념은 3장과 같다고 가정한다. 이 정의에 따라 0에서 1사이의 연속 노드로 정규화한 망에서 영역별 슬롯 이용에 따른 평가식

을 제안한다. 망은 각 노드에서 항상 전송할 데이터가 있는 고부하 상태로 가정한다.

### 4.1 슬롯 재이용을 위한 평가식

그림 5는 소거노드가  $m_1, m_2, m_3$ 로 세 개이고 영역0에서 영역3까지 네 개의 영역을 나타내는 망을 예로 들어 슬롯 이용률을 구할 수 있는 계산방법을 유도한다.  $Reuse(3)$ 이란 영역 3에서 재이용할 수 있는 슬롯량을 의미한다.  $A_i$ 는 영역  $i$ 에서의 기본 슬롯에 대한 슬롯 재이용률을 나타내고 있다. 즉 영역2에서의 재이용 슬롯을 분석하면 기본 재이용 슬롯량이  $3 \cdot A_2$ 가 되고 영역1인 영역1의 재이용 슬롯 A1중에서 영역2로 오는 량은  $1/3$ 이 된다.

이와 같은 방법으로 소거노드를 하나, 둘, 셋... 증가시켜 각 영역별 슬롯 이용률을 구해 보면 일정한 규칙을 발견할 수 있다. 소거노드가 1, 2, 3, 4, 5로 증가함에 따라 삼각형의 수는 4, 9, 16, 25, 36 등과 같이 영역수의 제곱으로 나타남을 알 수 있으며, 식(8)에서는 재이용 슬롯에 대한 규칙을 적고 있다. 식(9)는 식(8)의 일반식을 나타내며 식(10)에서는 영역별 기본 슬롯 이용률에 재이용 슬롯을 더한 것으로 영역별 슬롯 이용률을 나타내고 있다. 식(11)은 식(10)의 일반식을 나타내고 있으며, 식(12)는 영역별 슬롯이용률의 합인 버스 효율을 나타낸다.

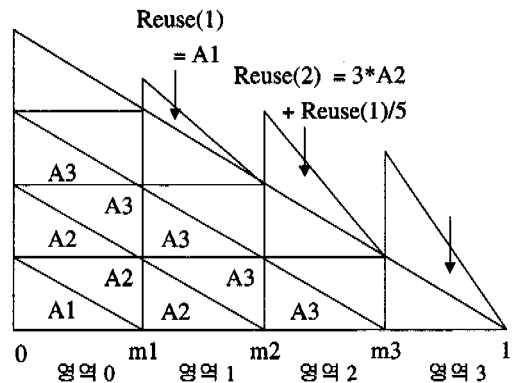


그림 5. 영역별 슬롯 이용률과 재이용률

$$Reuse(1) = \frac{1}{(e+1)^2}$$

$$Reuse(2) = \frac{3}{(e+1)^2} + Reuse(1) \cdot \frac{1}{2e-1}$$

$$Reuse(3) = \frac{5}{(e+1)^2} + Reuse(1) \cdot \frac{2}{2e-1} + Reuse(2) \cdot \frac{1}{2e-1}$$

$$\vdots$$

$$(8)$$

$$Reuse(i) = \frac{2i-1}{(e+1)^2} + \sum_{j=1}^{i-1} R(j) \cdot \frac{k}{2e-(2j-1)}, \quad (9)$$

if  $j = i-1$  then  $k=1$  else  $k=2$

$$Region(0) = \frac{2e+1}{(e+1)^2} + Reuse(0)$$

$$Region(1) = \frac{2e-1}{(e+1)^2} + Reuse(1)$$

$$Region(2) = \frac{2e-3}{(e+1)^2} + Reuse(2)$$

⋮

$$Region(i) = \frac{2e-(2i-1)}{(e+1)^2} + Reuse(i), \quad Reuse(0)=0 \quad (11)$$

$$T = \sum_{i=1}^e Region(i) \quad (12)$$

4.2 성능평가

또 그림 6에서는 식(9)에 의한 결과인 영역별 재이용 가능한 슬롯 량과 식(11)에 의한 영역별 슬롯 이용률을 비교하여 나타내었다. 예상한 대로 하위 영역일수록 재이용 슬롯이 많아 슬롯 이용률도 높은 현상을 보여주고 있다. 그림 6은 그림 4와 비슷한 경향을 나타내고 있으나 차이점은 그림 4는 이산 노드의 슬롯 이용률을 나타내고 있으나 그림 6에서는 영역별 슬롯 이용률을 나타내므로 부드러운 곡선을 보이고 있다.

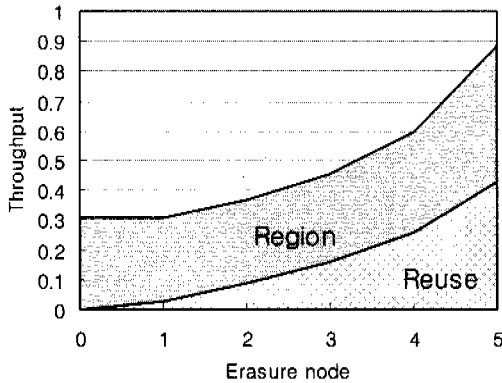


그림 6. 영역별 슬롯 재이용률과 슬롯 이용률

V. 실험방법에 따른 성능의 비교분석

슬롯 이용률 향상을 위해 본 논문의 3, 4장에서 제안한 두 가지 평가식에 의한 성능 향상을 판단하기 위해 참고논문[1]의 슬롯 재이용 결과와 비교하

였다. 표 1과 그림 7에서는 노드와 소거노드의 증가에 따른 슬롯 이용률을 비교한 것이다. 그림 7의 범례에서 Paper[1]은 참고논문[1]의 결과이며, N-20은 노드 수 20개일 때 평가식(7)의 결과이고, Triangle은 평가식(12)에 의한 버스 효율로 각각 소거노드 1개에서 1000개까지의 버스효율(슬롯 이용률)을 나타내고 있다. 참고논문[1]에서는 소거노드 14개까지 슬롯 재이용에 의한 망의 효율을 구하고 있으며, 소거노드가 2개까지는 본 논문의 결과보다 높다. 소거노드가 세 개 이상일 때는 본 연구의 방법들이 월등히 뛰어난 성능을 보였다. 또 망에 집한 노드의 수가 기하급수적으로 증가한다고 볼 때 소거노드의 수도 증가해야 할 것으로 예측되므로 제안한 연구 방법은 표 1과 그림 7에서처럼 노드 10000개, 소거노드 1000개, 등과 같이 노드나 소거노드의 수를 무한히 확장할 수 있다. 실험결과를 종합하면 정규

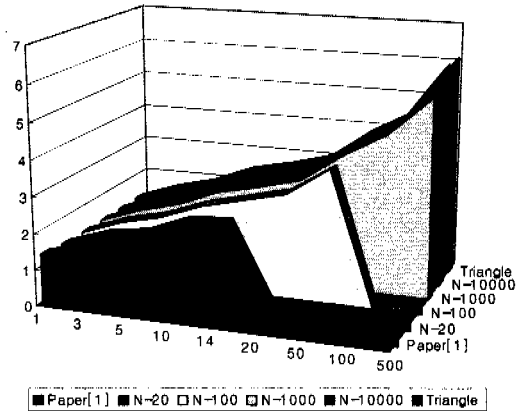


그림 7. 실험방법에 따른 슬롯 이용률

표 1. 노드와 소거노드 변화에 따른 실험방법의 슬롯 이용률 비교

소거노드 수	Paper [1]	4절	3절 확률적 방법(노드 수)			
			20	100	1000	10000
1	1.329	1.25	1.2368	1.2475	1.2498	1.249980
3	1.638	1.6667	1.6385	1.6612	1.6661	1.666625
5	1.772	1.9578	1.8133	1.9374	1.9558	1.957636
10	1.905	2.4468	2.2807	2.3747	2.4444	2.446052
14	1.943	2.7162	2.3468	2.6615	2.7106	2.715653
20		3.0194		2.9442	3.0106	3.018065
50		3.8553		3.7307	3.8331	3.851540
100		4.52			4.4906	4.512105
500		6.1059			5.9939	6.094000
1000		6.7961				6.774085

화 한 연속노드의 형태인 삼각형의 구조로 슬롯 이용률을 구한 4장의 제안방법이 가장 슬롯 이용률이 높았으며, 3장에 의한 확률적 방법에 의한 평가 결과도 4장의 결과에 근접하였다. 노드나 소거노드 수가 급격히 증가하더라도 버스 효율은 급격히 증가하지 않는다는 점은 다른 여러 연구에서와 같다.

### VI. 결론

최대 155Mbps의 전송 속도를 가지는 DQDB망의 헤드 노드에서 생성되는 슬롯이 최대 1회 밖에 사용되지 않아 슬롯의 이용 가능성을 높이고자 하는 연구가 있었다. 본 논문에서는 슬롯 이용률 향상을 위하여 고부하 상태의 DQDB망에 소거노드를 도입하여 슬롯을 재이용하여 두 가지 실제 방법에 따라 버스의 효율을 평가할 수 있는 방법을 제안하였다. 첫 번째는 소거노드 기반 DQDB 메커니즘을 밀접하게 따르는 확률적 방법에 의한 슬롯 이용률 평가 방법으로 각 노드에서의 슬롯 이용률을 구하였다. 두 번째는 정규화한 망에서 등간격의 소거노드를 두고 영역별로 재이용 슬롯량과 슬롯 이용률을 구하는 평가식을 제안하고 버스 이용률도 구하였다. 첫 번째 방법이 소거노드 위치를 자유로 변경하여 슬롯 이용률을 구할 수 있는데 비하여, 두 번째 방법은 망내 등간격의 소거노드를 두고 영역내 일정한 슬롯 재이용에 관한 규칙을 적용하여 영역별 슬롯 이용률을 구하였다. 이들 두 가지 방법과 기존연구(참고문헌[1])의 슬롯이용률과 비교한 결과 소거노드가 여섯 개일 때 기본 DQDB망의 버스 이용률보다 최대 두 배 이상의 증가를 보였고 소거노드 수가 많을수록 이용률이 높아짐을 알 수 있었다. 또한 참고문헌[1]과 비교할 때 제안된 계산 방식은 노드 수와 소거노드 수가 증가에도 유연하며, 이들 변화에 따른 슬롯 이용률 상태를 쉽게 확인할 수 있다는 장점이 있다. 제안된 방법은 기본 DQDB 메커니즘을 그대로 적용하면서 망에 특별한 지연이나 오버헤드 없이도 망의 효율을 월등히 향상시킬 수 있다는데 그 매력이 있다고 할 수 있다. 또 유사한 전개방법으로 다른 망의 시스템 성능을 향상시키는데도 응용 가능할 것으로 기대된다.

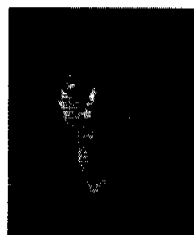
### 참고 문헌

[1] Garrett M. W., Li San-Qi, "A Study of Slot Reuse in Dual Bus Multiple Access Networks",

IEEE J. Select. Areas Comm., VOL.9, NO.2, pp. 248-256, Feb., 1991

- [2] Rodrigues M. A., "Erasure Node : Performance Improvements for the IEEE 802.6 MAN", INFOCOM'90, June, pp. 636-643, 1990.
- [3] 전병천, 김대영, "DQDB망 소거노드 알고리즘", 전자공학회 논문지 29권 제A편 제11호, pp. 870-882, 1992.
- [4] Kahng Hyun-Kook, Suk Jung-Bong, Yim Chu-Hwan, "Slot Reuse and Preuse in Distributed Queue", IC<sup>3</sup>N, June, pp. 251-253, 1992.
- [5] Pach A. R., Palazzo S., Panno D., "Slot Preusing in IEEE 802.6 Metropolitan Area Networks", IEEE J. Select. Areas Commun., VOL. 9, NO. 2, pp. 1249-1258, Oct., 1993.
- [6] Kim C. G., Cho K. S., Oh B.S., "Throughput Comparison for Multiple Slot Using Mechanism in DQDB Network", ICOIN-10, pp. 262-267, Jan., 1996.
- [7] 오범석, 김종근, "DQDB망에서 QA 슬롯의 선이용/재이용에 관한 이용률 분석", 한국정보과학회 논문지 제 24권 제2호, pp. 173-182, 1997.
- [8] 조경숙, 오범석, 김종근, "소거노드 기반 DQDB 망의 슬롯 이용률 평가식", 한국정보처리학회 논문지, 제 5권 제 10호, pp. 2654-2662, Oct., 1998.
- [9] KyoungSook Cho, BumSuk Oh, ChongGun Kim, "Analysis of Slot Usage and Control Schemes for Slot Preuse/Reuse on DQDB", ICOIN13, pp. 9B-1.1-9B-1.6, Jan., 1999.

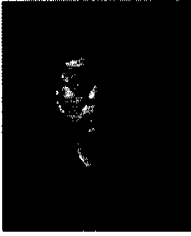
### 조 경 숙(Kyoung-Sook Cho)



1983년: 영남대학교 수학과 졸업(학사)  
 1987년: 영남대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
 1999년: 영남대학교 대학원 전산공학과(공학박사)

1997년~현재: 창신대학 정보통신과 전임강사  
 <주관심 분야> 컴퓨터망, 성능평가

오 범 석(Bum-Suk Oh)



1985년: 경북대학교 전자공학과  
졸업(학사)

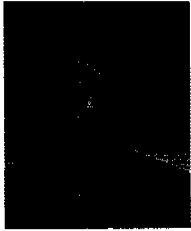
1990년: 영남대학교 대학원  
전자공학과(공학석사)

2000년: 영남대학교 대학원  
전산공학과(공학박사)

1992년~현재: 경동정보대학 컴퓨터정보통신계열  
조교수

<주관심 분야> 컴퓨터망, 분산시스템, 운영체제, 성능  
분석

김 종 근(Chong-Gun Kim)



1981년: 영남대학교 전자공학과  
졸업(학사)

1987년: 영남대학교 대학원  
전자공학과(공학석사)

1991년: 일본 電氣通信大學  
정보공학과(공학박사)

1996년~1997년: Virginia Tech. 방문교수

1991년~현재: 영남대학교 전자정보공학부 교수

<주관심 분야> 운영체제, 분산시스템, 컴퓨터망, 시  
뮬레이션, 성능평가