

## 레지스터 inser션 Backbone 링 네트워크에 관한 연구

正會員 姜 哲 信\*

## A Design of a Register Insertion Backbone Ring Network

Cheoul Shin Kang\* *Regular Member*

## 要 約

본 논문은 레지스터 inser션 링 구조를 사용한 Backbone 네트워크의 디자인에 관하여 연구하였다. 고속의 레지스터 inser션 Backbone 링 네트워크는 적은 비용으로 간단한 모듈라 구조와 Concurrent Communications을 통하여 네트워크간의 빠른 속도의 데이터 통신을 가능케 하여 준다. 큰 네트워크를 형성하기 위하여 국부 지역 통신망(근거리 통신망, Local Area Network: LAN)들과 접속되어 있는 브릿지 노드들이 Point-to-Point로 연결되어 레지스터 inser션 Backbone링을 형성한다. 본 논문에서 제안된 브릿지 노드는 불필요하게 데이터 메시지가 링으로 유입되는 것을 막기위하여 Local Address Filtering을 하여 Backbone링의 통신량을 현저하게 줄이며, Remote Adress Filtering을 하여 LAN 세그먼트내의 통신량을 감소시키므로 그 성능 특성을 극대화 시킨다. 또한 본 논문에서는 네트워크의 Reconfiguration을 쉽게 하기 위하여 자동 학습 기능이 고안되었다. 그리고 Throughput 분석에 의해서 Backbone 링에 사용되는 전송매체의 Bandwidth를 예측하여 설계하는 방법이 연구되었다.

## ABSTRACT

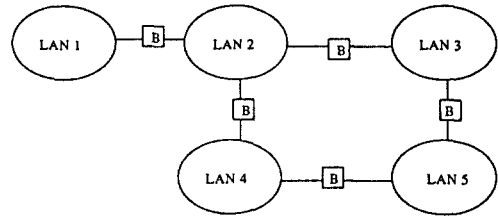
This paper presents a design of a backbone network which uses a register-insertion ring structure. The introduction of a high speed register insertion backbone ring enables high performance inter-network communications in a simple and modular structure at low cost and its concurrent communications. Two or more bridge nodes can be used to construct a register-insertion backbone ring network. The high bandwidth of the backbone ring supports heavy traffic for inter-segment communications. The bridge node does both *local address filtering* to block data entering the ring and *remote adress filtering* to block data entering the local LAN segment. The local address filtering greatly reduces the traffic rate on the backbone ring and the remote address filtering greatly reduces the traffic rate on each LAN segment. An *auto-learning* feature makes the network the network reconfiguration simpler and transparent to users. A throughput analysis is used to determine the bandwidth of the backbone ring transmission medium.

\*韓國電子通信研究所 基礎技術研究部  
Research Department, Electronics and Telecommunications  
Research Institute  
論文番號 : 92-80(接受1991. 10. 23)

## I. 서 론

점점 더 많은 데이터 통신기구나 컴퓨터들의 연결을 요구하는 LAN들의 응용 환경과, 한개의 LAN이 수용할 수 있는 거리의 제한 그리고 연결할 수 있는 컴퓨터 갯수의 제한으로 인하여 여러개의 LAN들의 상호 연결이 불가피하게 되었다<sup>1)</sup>. 실제로 운용되는 LAN들의 응용 환경에서 우리는 종종 이 한개의 LAN이 제공할 수 있는 지역적 거리의 한계나 연결될 수 있는 스테이션 들의 한계점들을 초과하는 경우들을 볼 수 있게 된다. 인터넷(Internet)로 불리워지는 여러개 네트워크의 연결(Interconnection) 개념은 컴퓨터사용자로 하여금 한개의 LAN에서 제공하는 한도 이상의 데이터 처리나 컴퓨터 장비 사용을 가능케 하여준다<sup>2)</sup>. 네트워크를 확장하여 보다 큰 네트워크를 형성키 위하여는 리피터(repeaters), 브릿지(Bridges), 혹은 게이트웨이(gateways)등이 사용되어 왔다.<sup>3,4,5)</sup> 리피터는 시그널을 증폭하여 재 송신하는 물리층(Physical Layer)에서 작동하는 디바이스이다. 브릿지와 게이트웨이는 네트워크간의 상호 연결을 위한 보다 인텔리전트한 디바이스들이다. OSI 참조 모델로 고찰하여 볼 때, 브릿지는 데이터 링크 계층(Data Link Layer)에서 그리고 게이트웨이는 네트워크 계층(Network Layer)에서 동작된다<sup>3)</sup>. IEEE 802 LAN들의 연결을 위한 브릿지는 IEEE 802 표준화 위원회에 의해서 표준화 되었다.<sup>6)</sup>

상기와 같은 이유로 최근에 LAN들의 연결을 위한 많은 연구가 발표되었다<sup>1, 7,12)</sup>. Tsai등은 브릿지를 이용한 토큰링의 연결을 연구하였다<sup>11)</sup>. Bux등은 브릿지로 연결된 토큰링 네트워크에서의 Flow Control을 고찰하였으며<sup>7)</sup>, Larry Hughs는 Multicast 통신을 위한 LAN 게이트웨이를 디자인 하였다<sup>8)</sup>. Kowk등은 CSMA/CD LAN들의 접속을 위한 Cut-through 브릿지를 개발하였고<sup>9)</sup>, Merakos 등도 역시 CSMA/CD LAN들의 연결을 연구하였다<sup>10)</sup>. Poo는 CSMA/CD LAN들의 연결로 부터 그 성능을 측정하였으며 브릿지로 연결된 Ethernet가 리피터로 연결된 Ethernet보다 월등히 좋은 성능을 갖고 있음을 검증하였다<sup>11)</sup>. Tsai와 Merakos는 브릿지의 processing time을 줄이기위해 스위치 커넥션을 사용하여 두 개의 토큰링을 연결하는 방법을 연구하였다<sup>12)</sup>. 비록 상기 대부분의 연구들이 소수(혹은 두개)의 네



B: 브릿지  
LAN: Local Area Network

그림 1 전형적인 브릿지를 이용한 LANs의 연결.  
Fig. 1. Typical Connection of LANs using Bridges.

트워크들을 연결하는 것에 중점을 두었지만 많은 숫자의 LAN들의 연결도 그림 1에서 보는 바와 같이 가능하다. 그러나 종래의 브릿지 기술은 다음과 같은 심각한 단점들을 가지고 있다.

- (1) 한쪽 끝 가까이의 LAN 세그먼트와 다른 쪽 끝 가까이의 LAN 세그먼트 상호간의 통신량이 많은 경우, 가운데에 위치한 LAN 세그먼트에 병목 현상(Bottleneck)이 생긴다.
- (2) 한쪽 LAN 세그먼트에서 다른쪽 LAN 세그먼트까지의 송신의 경우 송신된 패킷들이 그 중간에 위치한 여러개의 LAN 세그먼트들을 거쳐야 하며 이로 인하여 마지막 수신노드에 도착시까지의 End-to-End 패킷 전송시간이 길어진다.
- (3) LAN들의 연결로 전체 네트워크가 점점 더 확장됨에 따라, 네트워크의 공정성(Fairness)이 점점 적어진다.

상기와 같은 문제점들을 해결하기 위하여 Backbone 네트워크의 사용이 제안되었다. Welzel<sup>13)</sup>은 Backbone 네트워크의 사용을 위한 토큰링(혹은 Fiber Distributed Data Interface:FDDI)의 성능을 분석하였으며, Greaves등<sup>14)</sup>은 컴브릿지 링을 이용한 Backbone 네트워크를 연구하였다.

본 논문에서는 LAN들의 접속을 위하여 레지스터 inser션(Register Insertion)링을 사용하는 Backbone 네트워크를 연구하였다. 레지스터 inser션 링은 Concurrent Communications을 사용한 빠른 전송 시간 특성으로서 이미 LAN 분야에서 잘 알려져 왔

다<sup>15)</sup>, 고속의 레지스터 인서션 Backbone 링 네트워크는 적은 비용과 간단하게 확장, 연결될 수 있는 모듈라(Modular) 구조로 빠른 속도의 데이터 통신을 제공한다. 링을 통하여 연결된 브릿지 노드들은 IEEE 802 MAC 계층<sup>16)</sup>의 규칙에 맞추어서 여과(Filtering)하고 릴레이(Relay)한다. 이를 위하여는 Inner Address Filtering과 Outer Address Filtering 방법이 사용된다. 또한 기존의 Backbone 링에서는 새로운 노드가 연결되거나 혹은 한 LAN 세그먼트의 노드가 다른 LAN 세그먼트로 옮길 경우 네트워크 매니저에 의해서 Reconfiguration 되어야 하는 단점이 있었다. 이러한 단점들을 보완하기 위하여 본 논문에서는 새로운 타입의 여과 기능(Filtering Scheme)과 자율 학습 기능(Auto Learning Capability)을 이용하는 브릿지 노드를 개발하여 쉽게 레지스터 인서션 링에 설치하고 유지할 수 있도록 하는 방법을 연구하였다. 마지막으로 개략적인 Throughput 분석에 의거, Backbone 링에 사용되는 전송 매체의 Bandwidth를 결정하는 방법에 관하여 연구하였다.

## II. Backbone 링 및 브릿지 노드의 특성

그림 2는 여러개의 LAN들이 링 타입의 Backbone 네트워크로 연결된 구조를 보여준다. 레지스터 인서션 링 Backbone 네트워크의 각 브릿지 노드는 국부 지역 네트워크인 IEEE 802 표준 LAN 세그먼트에 연결되어 있다. 또한 각 브릿지 노드의 다른 한면인 링인터페이스(Interface) 부는 인접한 다른 브릿지

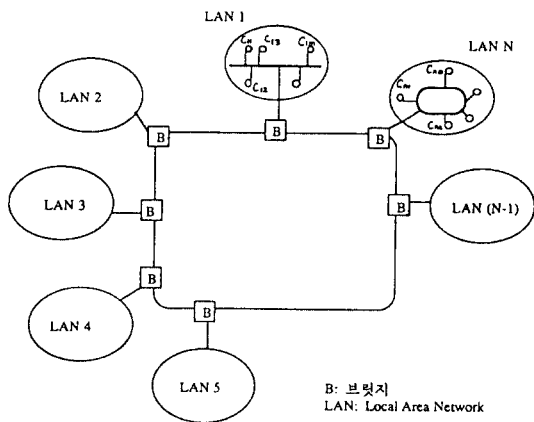


그림 2 Backbone 링과 브릿지 노드를 이용한 LANs의 연결  
Fig. 2. Connection of LANs using Backbone Ring.

노드의 링 인터페이스부와 연결되어 있어서 전체적으로 링 Backbone 네트워크를 형성한다.

이후로부터 로컬 LAN 세그먼트  $i$ 는 브릿지 노드  $i$ 에 연결된 LAN 세그먼트를 의미하며 브릿지 노드  $i$ 의 리모트 LAN 세그먼트들은 브릿지 노드  $i$ 를 제외한 다른 브릿지 노드들에 의하여 Backbone 링에 연결된 LAN 세그먼트들을 뜻한다. 로컬 컴퓨터는 로컬 LAN 세그먼트에 연결되어 있는 스테이션을 뜻하며, 리모트 컴퓨터들은 리모트 LAN 세그먼트에 있는 스테이션들을 지칭한다. 그림 2에서 보면  $C_{11}, C_{12}, \dots, C_{1m}$  컴퓨터들은 브릿지 노드 1의 컴퓨터들은 브릿지 노드 1의 로컬 컴퓨터이며  $C_{21}, \dots, C_{2m}, C_{31}, \dots, C_{3m}, C_{n1}, \dots, C_{nm}$  등은 브릿지 노드 1의 리모트 컴퓨터들이 된다. 각 브릿지 노드들은 그림 3과 같이 로컬 LAN 인터페이스, Backbone 링 인터페이스, 그리고 어드레스 여과(Address Filtering) 디바이스로 구성되어 있다. 로컬 LAN 인터페이스는 로컬 LAN 세그먼트와 연결된다. 이 디바이스는 IEEE 802 표준 LAN 규격에 맞추어서 동작한다. 즉 로컬 LAN 세그먼트가 Ethernet인 경우에는 Carrier Sensing, 데이터 수신, 충돌 발견(Collision Detection) 데이터 송신 등의 동작을 한다. 토큰링이나 토큰버스의 경우에는 토큰 패싱과 데이터 송수신의 일을 한다. 각 로컬 컴퓨터는 6개 Byte의 고유한 어드레스를 갖고 있다. 모든 송수신 패킷은 각 6개 Byte의 처음 송신처 어드레스와 최종 수신처 어드레스를 포함하고 있다.

Backbone 링 인터페이스는 링 IN과 링 OUT부로 구성되어 있으며 Backbone 링에 액세스(Access)를 제어한다. 로컬 LAN 세그먼트로부터 브릿지 노드로 수신되어진 메시지들 중 그 메시지의 최종 수신처가 로컬 컴퓨터가 아닌 경우, (어드레스 여과디바이스에 의해서 판명됨) Backbone 링으로 전송되어진다. 이때 링으로 전송되기전에 브릿지 노드의 고유 숫자(브릿지 노드 Address)가 그 메시지 프레임안에 부가접속(Attach)되어진다. 이 부가 접속된 필드(Field)는 그 메시지의 송신 브릿지 노드를 증명 확인케 하여주며, 그 메시지가 링을 따라서 송신 브릿지 노드로 되돌아 왔을때 링으로부터 제거될 수 있도록 하여 준다.

링으로부터 브릿지 노드로 수신되어지는 메시지는 다음의 3가지로 구분된다.

- (1) 메시지의 송신 브릿지 어드레스가 현재 브릿지 노드의 어드레스와 일치하는 경우;  
이 메시지들은 현재의 브릿지 노드로부터 송신되

어저서 Backbone 링을 따라 되돌아 온 경우의 메시지들로서, 링으로부터 제거되어진다.

(2) 메시지의 최종 수신처의 어드레스가 현재 브릿지 노드의 로칼 컴퓨터인 경우 :

이 메시지들은 Backbone링으로부터 제거되어짐과 동시에 로칼 LAN 인터페이스를 통하여 로칼 LAN 세그먼트로 전송되어진다.

(3) 그 밖의 모든 메시지들은 Backbone 링의 그 다음 브릿지 노드로 릴레이 된다.

어드레스 여과(Address filtering Section) 디바이스는 브릿지 노드를 통과하는 메시지들의 방향을 제어한다. 어드레스 여과부는 두개의 여과 디바이스를 갖고 있다. 리모트 컴퓨터들을 최종 수신처로 하는 메시지들만이 Outer Address 여과기를 통하여 링으로 전송된다. Inner Address 여과기는 로칼 컴퓨터를 최종 수신처로 하는 메시지들만 링으로부터 로칼 LAN 세그먼트로 통과시킨다.

메세지 버퍼는 Backbone 링으로의 전송이나 혹은 로칼 LAN 세그먼트로의 전송을 위하여 기다리는 메시지를 일시적으로 보관한다. 네트워크 Management부는 네트워크 사용자에게 네트워크 성능 체크 기능과 네트워크의 연결 패턴을 바꿀 수 있는 Reconfiguration 기능을 제공한다. 제어부(Control Section)는 전체 브릿지 노드의 동작을 조절하고 제어한다.

### III. Backbone 링 Access Mechanism

그림 3에서 보는 바와 같이, 링에의 액세스(Access)는 Ring-In과 Ring-Out으로 구성되어 있는 Backbone 링 인터페이스부에 의해서 제어된다. 데이터 메시지는 두개의 데이터 Byte 와 1개의 동기(Synchronization) bit로 구성된 17 bit words의 형태로 송신된다. Backbone 링에서는 그림 4에서 보듯이 세가지의 각각 다른 타입의 데이터 word들이 사용된다.

#### (1) Opening Flag

이 word는 데이터 패킷(Packet)이 송신되기 바로 전에 송신 브릿지 노드로부터 링으로 전송되며, 자기에 게서 송신된 메시지들을 구별할 수 있도록 송신 브릿지 노드 어드레스를 포함하고 있다. 이 어드레스 체크를 통하여 메시지가 링을 타고 되돌아 왔을시 링으로부터 제거된다.

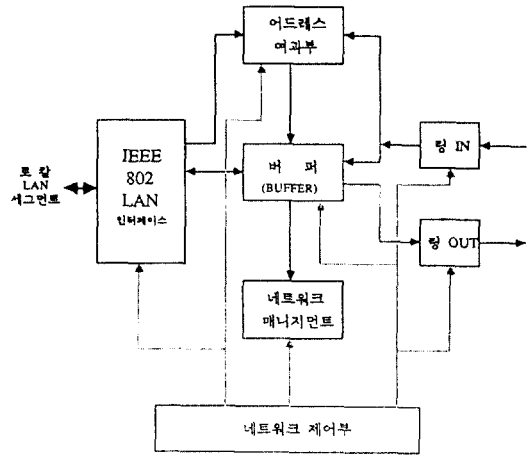
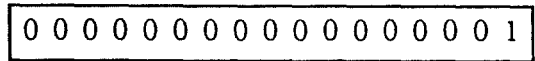
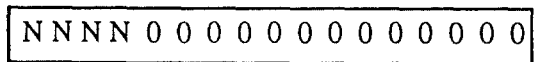


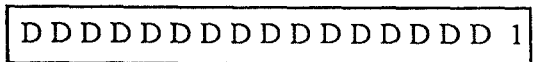
그림 3 브릿지 노드 구조  
Fig. 3. Bridge Node Structure



(a) Idle Pattern Word



(b) Opening Flag Word (NNNN : Node Number)



(c) Data Word (D : Data Bit : 0 or 1)

그림 4 Backbone 링에서의 데이터 포맷  
Fig. 4. Data Format on Backbone Ring

#### (2) Data Word

이 word들은 Opening Flag을 바로 뒤이어서 링을 따라 전송되며, 송신을 위하여 로칼 LAN 세그먼트에서 받은 메시지들과 관련되어진 데이터 들이다.

(3) Idle Pattern

이 word “0”들과 동기필드(Synchronization Field)부에 “1”을 가지고 있으며, Backbone 링안에 송신 메시지가 없는 경우 링의 동기(Synchronization)를 유지하기 위하여 Data word를 사이에 송신된다.

Backbone 링의 전송 매체 액세스 프로토콜은 레지스터 인서션 링 혹은 분산 루프 컴퓨터 네트워크(Distributed Loop Computer Network; DLCN)<sup>11</sup>로 알려져 있는 링프로토콜과 유사하다. 이 링 액세스 구조는 브릿지 노드 안에 있는 어드레스 여과부와 메시지 버퍼(Buffer)를 그림 5와 같이 모뎀 링 형태로 잘 설정되어 있다. Queue 1은 로컬 LAN 세그먼트로부터 수신 되어져서 링으로의 전송을 기다리는 메시지를 저장한다.

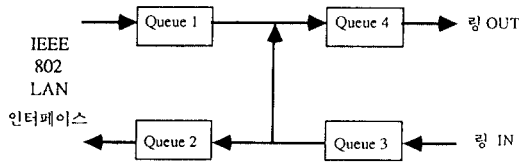


그림 5 버퍼 내에서의 링 액세스 구조  
Fig. 5. Ring Access Structure

Queue 2는 링으로부터 수신되어서 로컬 LAN 세그먼트로 전송되기 위한 메시지를 저장하기 위하여 사용된다. Queue 3과 Queue 4는 각각 2K×9bit의 FIFO(First-In-First-Out) 메모리로 구성되어 있다. Queue 3은 링으로부터 들어온 메시지가 어드레스 여과부의 결정을 기다리는 장소이다. 이 메시지들은 어드레스 여과부의 지시를 따라 Queue 2나 Queue 4로 진행된다. Queue 4는 링으로 전송되는 메시지를 위한 버퍼 메모리이다. 로컬 LAN 세그먼트로부터의 메시지들(Queue 1)과 링으로부터의 메시지들(Queue 3)이 합쳐져서 이곳에서 링으로의 전송을 기다리게 된다.

링으로부터 Queue 3로 메시지가 입력될때, 로컬 LAN 세그먼트로부터의 송신 메시지가 없을 경우, Direct Memory Access(DMA)가 작동하여 이 메시지를 Queue 2와 Queue 4로 동시에 전송한다. 이때 어드레스 여과부가 이 메시지의 송신처 어드레스와 수신처 어드레스를 체크한다. 만약 이 메시지의 최종 수신처가 로컬 컴퓨터이면 Queue 4로 전송된 메시

를 지우고, 최종 수신처가 리모트 컴퓨터이면 Queue 2로 전송된 메시지를 지워버린다. Queue 3에 메시지가 없는 경우에는, Queue 1에 있는 메시지들이 Queue 4로 이동하여 링으로 전송된다. Queue 1으로부터의 메시지들이 링으로 전송되는 동안 다른 메시지들이 링으로 입력되어지면 이들은 Queue 3에 임시로 저장된다. Queue 4에 전송할 메시지가 없을 시는 Idle Patterns의 word가 링의 동기를 위하여 계속 송신된다.

IV. 자율학습 어드레스 여과  
(Auto-Learning Address Filtering)

자율 학습 어드레스 여과의 개념은 통신망의 원격 구성(Configuration)을 쉽게 하기 위하여 연구되었다. 각 브릿지 노드는 Backbone 링을 따라서 전송 릴레이 되는 메시지들의 어드레스들을 관찰함으로써 학습을 한다. 각 브릿지 노드는 로컬 컴퓨터의 어드레스들과 리모트 컴퓨터들의 어드레스를 분리 기억한다. 이 기억된 정보에 의해서 Ring-In을 통하여 링으로부터 입력되어지는 메시지들의 로컬 LAN 세그먼트로의 전송 혹은 링의 Down-stream으로의 릴레이 여부가 결정된다. 각 브릿지 노드는 어드레스 테이블을 갖고 있다. 이 테이블은 로컬 컴퓨터의 어드레스와 로컬/리모트를 결정하는 로컬/리모트 플래그(Flag) Bit을 가지고 있다. 이 테이블의 내용을 구성하기 위하여는 다음과 같은 규칙들이 이용된다.

- (1) 로컬 LAN 세그먼트로부터 리모트 LAN 세그먼트로의 송신을 위한 메시지가 브릿지 노드로 입력되면, 그 메시지의 송신처 어드레스 필드를 조사한다. 그 어드레스가 어드레스 테이블에 기록되어져 있지 않으면, 그 어드레스는 로컬로 표시되어지는 플래그 Bit와 함께 테이블에 기록되어진다. 만약 그 어드레스가 테이블에 기록되어져 있으나 리모트로 기록되어 있으면 플래그를 고쳐서 로컬로 기록한다.
- (2) Upstream 링쪽으로부터 다른 브릿지 노드부터의 메시지가 수신될 경우, 그 메시지의 송신처 어드레스 필드를 조사한다. 만약 송신처 어드레스가 테이블에 없으면 그 어드레스는 리모트를 알려주는 플래그와 함께 테이블에 기록된다. 그 어드레스가 테이블에 기록되어 있고, 만일 플래그 로컬로 표시되어 있으면 리모트로 고쳐 기록된다.

이하 설명에서는 로칼 매치(Match)는 어드레스 테이블에 수신처 어드레스가 존재하며 로칼로 표시되었음을 의미하며, 리모트 매치(Match)는 수신처 어드레 있음 을 뜻한다. 자올어드레스 여과 학습 과정은 다음과 같이 진행된다.

- (1) 메세지가 로칼 LAN 세그먼트로 부터 브릿지 노드로 입력되어지고 로칼 매치가 이루어지지 않으면 링으로 전송된다.
- (2) 메세지가 링으로부터 브릿지 노드로 입력시 리모트 매치가 발견되면, 그 메세지는 로칼 LAN 세그먼트 쪽으로는 블럭(Block)되고 링으로 릴레이된다. 로칼 매치와 리모트 매치 두개 다 발견되었을 경우 양쪽 모두로 전송한다.

어드레스 여과를 위한 고속의 어드레스 테이블은 AMD 99C10과 같은 Content Address Memory (CAM) 디바이스를 사용 구현한다.<sup>[21]</sup> 이 디바이스는 256개의 6Byte 로칼 LAN 어드레스를 기록 할 수 있으며 10nsec 의 시간으로 어드레스 테이블의 내용 전체를 읽을 수 있다. 매치가 발견된 경우 CAM은 그 일치된 어드레스를 제공하여 주며, 매치가 안된 경우에는 CAM 내에서 사용되지 않은 첫번째 Word의 어드레스를 제공하여 로칼 컴퓨터의 어드레스를 그 자리에 기록할 수 있도록 하여준다.

상기와 같은 학습 알고리즘을 통하여, 초기 상태는 약간의 로칼 메세지들이 링으로도 전달될 수 있고, 또 어떤 리모트 메세지들이 로칼 LAN 세그먼트로 전달될 수 있다. 그러나 각 컴퓨터간에 적어도 한번의 송수신이 있는 후에는 어드레스 테이블이 정상 상태로 되어지며 이 후로는 빠른 송수신이 보장된다.

### V. 네트워크 성능의 예측을 통한 링 케이블의 용량 계산

이 장에서는 Backbone 링의 케이블 용량을 설계하기 위하여 다음과 같은 가정하에서 링의 성능을 대략적으로 분석한다.

- (1) 네트워크내의 N개의 브릿지 노드가 있으며, 각 브릿지 노드는 C개의 로칼 컴퓨터들이 연결되어 있다.
- (2) 각 콤퓨터들은 Poisson Distribution에 의거하여 매초 M개의 메세지들을 송신한다.
- (3) 각 메세지의 송신처와 수신처의 어드레스는 Uniform Distribution으로 분포되어 있다.

- (4) 인터 네트워크 송신율(Inter-Net Transmission)은 P이고 인트라 네트워크 송신율 (Intra-Net Transmission)은 1-P이다.
- (5) 네트워크는 정상(stable) 상태이며, 모든 어드레스 여과 기능은 오류없이 동작한다.

상기의 가정과 같이, 전체 네트워크내에는 NC개의 컴퓨터들이 있다. 한개의 컴퓨터들은 MC개의 메세지들을 송신하게 된다. 이 MC개의 메세지 중에서, 같은 세그먼트내에 있는 로칼 컴퓨터를 수신처로 하는 인트라 네트워크 송신(Intra-Net Transmission) 메세지 M<sub>1</sub>은

$$M_1 = MC(1-P) \quad (1)$$

그리고 Backbone링을 통하여 리모트 컴퓨터로 보내지는 인트라 네트워크 송신(Intra-Net-Transmission) 메세지는 M<sub>2</sub>는

$$M_2 = MCP \quad (2)$$

로 표시될 수 있다.

상기 M<sub>2</sub>개의 메세지의 최종 수신처인 리모트 컴퓨터들은 (N-1)개의 리모트 LAN 세그먼트들에게 균등하게 분산되어 있다. 그러므로 각 리모트 LAN 세그먼트들은 M<sub>2</sub>개의 메세지중의 일부인 M<sub>3</sub>의 메세지를 자기의 로칼 컴퓨터들에게 전송키 위해 수신하게 되는데 M<sub>3</sub>는 다음과 같이 계산된다.

$$M_3 = M_2 / (N-1) = MCP / (N-1) \quad (3)$$

한개의 브릿지 노드가 네트워크내의 모든 리모트 LAN 세그먼트들로부터, 즉 다른 브릿지 노드들로부터 자기의 로칼 컴퓨터로 전달되기 위해 수신하는 총 메세지의 수 M<sub>4</sub>는 다음과 같이 계산된다.

$$M_4 = M_3 \times (\text{리모트 LAN 세그먼트의 수}) = M_3(N-1) \quad (4)$$

그러므로 한개의 로칼 LAN 세그먼트내의 통신량 M<sub>5</sub>,

$$M_5 = MC + M_4 = MC + MCP = MC(1+P) \quad (5)$$

이다.

한편, Backbone 링의 통신량은 다음과 같이 계산된다. 각 메시지는 링을 따라서 평균  $N-1$  Hop을 통과한 후 송신처 브릿지 노드로 되돌아와서 흡수된다. 여기서 Hop은 두개의 브릿지 노드 사이의 링 세그먼트로 정의된다. 이제 한 브릿지 노드가 Backbone 링으로 송신하는 메시지의 수  $M_6$ 는 그 브릿지 노드의 로컬 컴퓨터로부터 리모트 컴퓨터를 수신처라 하여 (즉 Inter-Net-Transmission) 송신하는 메시지  $M_2$ 와, Backbone링의 upstream 브릿지 노드들로부터 수신되어진 메시지중 자기의 로컬 LAN 세그먼트로 흡수된 메시지 즉  $M_4$ 를 제외한 릴레이되는 메시지의 합으로 계산된다.

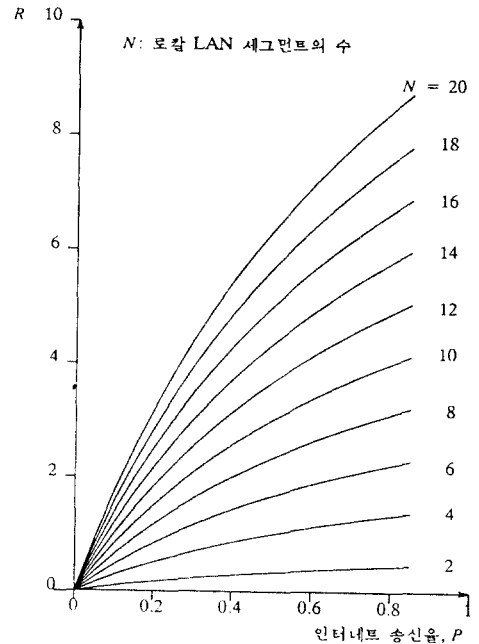
$$M_6 = M_2 + M_2 \times (N-1) - M_4 = M_2 \times (N-1) = MC(N-1)P \quad (6)$$

그러므로 Backbone 링의 평균 통신량과 로컬 LAN 세그먼트의 평균 통신량의 비율  $R$ 은 식(5)와 식(6)을 사용하여 다음과 같이 계산되어진다.

$$R = M_6 / M_5 = (N-1)P / (1+P) \quad (7)$$

식 (7)에서  $N$ 은 브릿지 노드의 수를, 그리고  $P$ 는 로컬 LAN 세그먼트의 로컬 컴퓨터들에 의해서 송신되는 메시지중 인터넷 송신(Inter-Net-Transmission)이 차지하는 비율을 뜻하며  $0 < P < 1$ 이다.  $R$ 의 값이 커질수록 Backbone 링 케이블의 전송 속도가 로컬 LAN에서의 케이블 전송 속도보다 더 빨라야함을 의미한다.

그림 6에서 보듯이  $R$ 의 값은 브릿지노드의 수( $P$ )가 증가할수록 그리고 인터넷 송신이 차지하는 비율( $P$ )이 질수록 증가함을 볼 수 있다. 예를 들면, 20개의 브릿지 노드가 각각 20개의 로컬 LAN 세그먼트를 연결하고 있는 Backbone 링 네트워크에서 인터넷 송신 비율이 50%인 경우에는  $R$ 의 값은 약 6.33이다. 이는 Backbone 링의 전송 속도는 로컬 LAN 세그먼트의 전송 속도보다 적어도 약 6.5배는 빨라야함을 의미한다. 이와같이 Backbone 링 설치시 링 케이블의 전송 속도를 예측 설계할 수 있다.



## VI. 결 론

본 논문에서는 근거리 통신망의 연결을 위한 새로운 타입의 Backbone 링인 네트워킹과 브릿지 노드의 구조 및 그 설계에 관해서 연구하였다. 고속의 레지스터 인서션 Backbone 링은 많은 양의 인터 세그먼트 데이터들의 송수신을 위한 Concurrent Communications를 제공한다.

이를 위하여 개발된 브릿지 노드는 로컬 어드레스 여과 및 리모트 어드레스 여과기능을 갖고 있으며 또한 자동 학습 기능을 갖고 있어서 Backbone 링의 성능 특성을 극대화하며 네트워크 매니저의 도움없이 Reconfiguration 할 수 있다.

Throughput Approximation의 방법으로 Backbone 링의 Bandwidth와 로컬 LAN 세그먼트들의 Bandwidth의 비율을 계산함으로써 Backbone 링 케이블의 용량을 결정하여 설계하는 방법을 제시하였다.

본 고에서 제안된 레지스터 인서션 Backbone 링의 End to End 지연 특성에 관한 이론적 분석 및 시뮬레이션은 또 하나의 흥미있는 연구과제로서 현재 진행중에 있다.

참 고 문 헌

1. Tsong-ming Tsai, C. Bisdikian, and L. Merakos, "Interconnection of Token Ring LANs using Bridges: An Approximate Mean Waiting Time Analysis," *Proc. of the IEEE 13th Conference on Local Computer Networks*, Minneapolis, Minnesota, pp 72-77, 1988.
2. William Stalling, *Data and Computer Communications*, 3rd Edition, Macmillan Publishing Co., New York, 1990.
3. W.M.Seifert, "Bridges and Routers," *IEEE Networ Magazine*, Vol. 2, No.1, pp 57-64, Jan. 1988.
4. F.Backes, "Transparent Bridges for IEEE 802 LAN," *IEEE Network magazine*, Vol. 2, No. 1, pp 5-9, Jan. 1988.
5. Roy C. Dixon and Daniel A. Pitt, "Addressing, Bredging, and Source Routing," *IEEE Network Magazine*, Vol.2, No. 1, pp.25-32, Jan. 1988.
6. *ANSIIEEE 802.1: Madium Access Control Bridges*, IEEE, New York, 1987.
7. W. Bux and D. Grillo, "Flow Control in Local Area Networks of Interconnected Token Rings," *IEEE Tran. on Communications*, Vol COM-33, No. 10, pp 1058-1066, Oct. 1985.
8. Larry Hughes, "Lan Gateway Designs for Multicast Communication," *Proc. of the IEee 13th Local Computer Networks Conference*, Minneapolis, Minnesota, pp 82-91, Oct. 1988.
9. C.K.Kwok and S. Mukherjee, "Cut-Through Bridging for CSMA/CD Local Area Networks," *IEEE Trans. on Communications*, Vol. 38, No.7, 938-942, July 1990.
10. L.F.Merakos, G.M.Exley, C.Bisdikian, "Interconnection of CSMA Local Area Networks: The Frequency Division Approach," *IEEE Trans. on communications*, Vol. COM-35, No. 7, pp 730-738, July 1987.
11. Gee Swee Poo, "Performance Measurement of Interconnected CSMA /CD LANs," *Computer Communications*, Vol. 12, No.1, pp 3-9, Feb. 1989.
12. Tsong-Ming Tsai and L.Merakos, "Interconnection of High Speed Token Ring LANs: A Switch Connection Approach," *Proc. of the INFOCOM90, The Conference on Computer Computer Communications*, San Fransisco, California, pp 989-996, June 1990.
13. Th. Welzel, "Performance Analysis of Token Rings as High Speed Backbone Net-works," *Proc. of the INFOCOM90, The Conference on Computer Communications*, San Fransisco, California, pp 23-29, June 1990.
14. David J. Greaves, Dimitris, and Andy Hopper, "The Cambridge Backbone Ring," *Proc. of the INFOCOM90, The Conference on Computer Communications*, San Fransisco, California, pp 8-14, June 1990.
15. M.T.Liu and C.C.Reames, "The Design of the Distributed Loop Computer Network," *Proc. of the International Computer Symposium*, Vol. 1, pp 273-282, 1975.
16. *ANSIIEEE Standard 802.3 CSMA /CD Access Method and Physical Layer Specifications*, IEEE, New York, 1985.
17. *ANSIIEEE Standard 802.3, Supplement to Carrier Sense Multiple Access with Collisiion Detection*, IEEE, New York, 1987.
18. *ANSIIEEE Standard 802.4, Token-Passing Bus Access Method and Physical Layer Specifications*, IEEE, New York, 1985.
19. *ANSIIEEE Standard 802.5, Token-Ring Access Method and Physical Layer Specifi-cations*, IEEE, New York, 1985.
20. *ANSIIEEE Standard 802.2, Local Area Networks:Logical Ling Control*, IEEE, New York, 1985.
21. *Advanced Micro Devices, Memory Product, 1989 /1990 Data Book*, AMD.





姜 哲 信(Cheoul Shin Kang)正會員

1953年 1月 17日生

1979년 : 漢陽大學校 電子工學科  
(工學士)

1984 : 美國 오레곤 州立 大學校 전  
기 및 컴퓨터 공학과(공학  
碩士)

1987 : 美國 오레곤 州立 大學校 전기 및 컴퓨터 공학과(공  
학 博士)

1978년~1982년 : 삼성사 중앙 연구소 研究員

1987년~1991년 : 美國 어메리칸大學校 전산정보학과 助教授

1991년~1992년 : 韓國 전자통신연구소 선임연구원

1992년~현재 : 한남대학교 전자공학과 助教授

1990년~현재 : 國際 학술지 International Journal of Com-  
puter and Software Engineering 編輯위원

1990년~현재 : 國際 학술대회 International Conference on  
Computer Communications and Networks 常  
任위원

1984년~현재 : Phi Kappa Phi(ΦΚΦ) 정회원

1988년~현재 : Sigma Xi(ΣΧ) 정회원