

論 文

사무자동화를 위한 근거리 컴퓨터 통신망
컨트롤러 개발에 관한 연구

正會員 李 明 洙* 正會員 康 昌 彦**

Design of an Efficient Local Area Computer
Communication Network Controller for
Office Automation

(Contention Resolution Algorithm Based on CSMA/CD)

Myung Soo RHEE* and Chang Eon KANG**, *Regular Members*

요 약 CSMA/CD를 채널 액세스 방법으로 사용하고 있는 네트워크에서 평균 정보전송 지연시간을 개선하려는 방법중, 제한된 정보전송 지연시간을 지니면서 채널사용도의 변화에 따른 정보전송 지연시간의 분포가 안정되어 있는 contention 해결 알고리즘을 구성하였다. IEEE 802.2의 논리적 링크제어(LLC)와 IEEE 802.3의 Medium Access Control(MAC)을 기준으로 하여 충돌이 발생한 후에 contention을 해결하는 MAC의 일부를 수정, 변경함으로써 노드 컨트롤러를 구성하였다. 노드컨트롤러와 호스트 컴퓨터IBM-PC/XT와의 정보전송은 2개의 DMA채널을 사용하여 여러 개의 작은 버퍼들을 연쇄시킴으로써 행하여 졌다. 해석적 모델을 사용하여 성능추정을 한 결과 낮은 채널 부하에서는BEB(Binary Exponential Back-off) CSMA/CD의 지연특성에 접근하며 채널 부하가 높아진다 하더라도 네트워크가 dead lock 되지 않으며 제한된 최대 전송지연 시간에 접근함을 알 수 있었다. 따라서 본 논문에서 제작된 노드 컨트롤러는 사무자동화 환경은 물론 시간적인 제약내에서 정보의 전송을 요구하는 연구소나 공장자동화 환경에도 응용할 수가 있다.

ABSTRACT The contention resolution algorithm with the limited packet delay time as well stable distribution as the packet delay time is proposed and implemented for improving the mean packet delay time in the network employing CSMA/CD as the access method. The implementation of node controller is based on IEEE 802.2 standard logical link control(LLC) and IEEE 802.3 standard medium access control(MAC). Some portion of IEEE 802.3 Standard MAC, and the Binary Exponential Back-off(BEB) algorithm is replaced by the proposed algorithm. From the view of normalized mean packet transmission delay time, the controller implemented here can be applicable to the office-automation system, and the factory- and laboratory-automation environment where the limited time criterion is very significant.

1. 서 론

* ** 延世大學校大學院電子工學科
Dept. of Electronic Engineering Yonsei
University Seoul, 120 Korea.
論文番號 : 86 - 14 (接受 1986. 4. 14.)

종래의 BEB알고리즘에 의한 CSMA/CD 방식
은 모든 노드의 채널에 대한 액세스 기회가 골고

루 분산되어져 있고 교통량이 적다는 조건하에서 매우 효율적이며 토큰과 같은 제어정보를 사용하지 않으므로 전송잡음 및 오류에 대해 강한 장점을 지닌다.

그러나 이러한 CSMA/CD는 채널상의 부하가 커지게 되면 평균 정보전송 지연시간이 급격히 증가하여 정보전송 지연시간의 안정도가 보장되어질 수가 없게 된다. 따라서 음성 정보의 전송이라든가 실시간 제어 및 처리방면으로 CSMA/CD가 사용되기에는 치명적인 문제점을 안고 있는 것이었다. 이러한 CSMA/CD의 문제점을 보완하고 개선하려는 많은 노력들이 기울어져 왔고 그 노력들의 결과는 이미 실제 여러 상품으로 실현되어졌다.

본 논문에서는 무엇보다 구성이 간편하고 어떠한 채널부하 상태에서도 항상 제한된 정보 지연시간을 갖게 되는 콘텐츠션 해결 알고리즘을 구현하는 것을 목표로 하였다.

1) 콘텐츠션 해결 알고리즘

네트워크상의 모든 노드들은 그림1-1과 같은 상태천이도를 가지며 각 상태 변화에의 조건 및 상황은 다음과 같다.

① 초기적으로 수신상태의 모든 노드는 전송할 정보를 채널상태가 휴지상태면 즉시 전송을 개시한다($I \rightarrow S$).

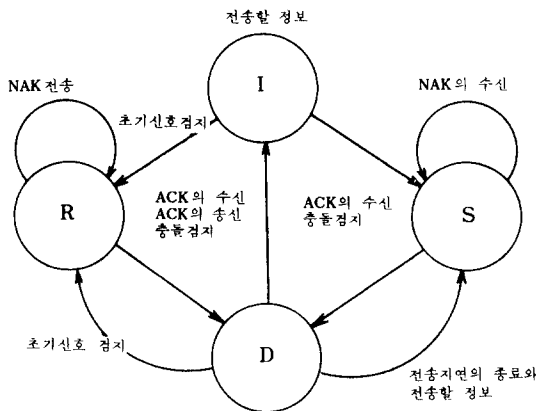


그림1-1 상태 천이도
State transition diagram.

② 전송후 $t\phi$ 시간스롯 이내에 충돌이 검지되면 모든 노드는 지연상태로 되며 마치 지연상태에 있던 노드가 ACK신호를 수신한 것 같이 동작($S \rightarrow D$) 한다. 이때 충돌은 전송을 개시한 후 작은 충돌시간스롯(window)내에서 발생하며 정보를 전송하던 노드는 즉시 전송을 중지하고 충돌이 발생하였음을 모든 노드에게 알리는 잼(jam) 신호를 채널에 최대전파 지연시간 만큼 전송한다.

충돌의 검지는 송신노드에서는 bit비교법에 의해서 수신노드에서는 최소 정보단위의 길이 또는 Code Violation에 의해서 알아낸다. CRC오류는 NAK 신호에 의해 충돌과 분별된다.

③ 성공적인 전송이 이루어진 경우 수신노드는 ACK신호를 채널에 방송(broadcasting) 한다 ($S \rightarrow D$).

④ 각 노드들은 ACK 정보를 검지하면 자신의 유보전송 지연시간을 modulo-m으로 $t\phi$ 만큼 증가시킨다.

⑤ ACK신호를 받은 후 전송할 정보가 있는 노드는 자신의 현재 유보전송 지연시간을 기다린 후 정보를 전송한다($D \rightarrow S$). 만일 자신의 유보전송 지연시간 이내에 또 다른 노드가 전송을 개시하면 다시 ACK신호를 기다려 ④의 과정을 반복한다.

⑥ 수신된 정보의 CRC오류에 대해 수신노드는 NAK신호를 전송하여 송신노드로 하여 즉시 재전송을 요구한다($S \rightarrow S$).

⑦ ACK신호 수신후 Nt_0 시간 경과후에 전송되는 정보가 없으면 모든 노드는 휴지상태로 된다($D \rightarrow I$).

⑧ 휴지상태에서는 IEEE 802.3표준안에서 규정된 양식으로 모든 노드가 동작하게 된다.

여기서 t_0 는 최대전파 지연시간과 노드의 회복시간(수신상태에서 송신상태로 천이되는 잠복시간)을 더한 값이며 modulo-m으로 우선권을 증가시킬 때 우선권이 ϕ 가 되는 노드의 발생을 막기 위해 우선권 i 가 ($\dots \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow \dots \rightarrow m-1 \rightarrow m \rightarrow 1 \rightarrow 2 \dots$)로 증가되어 변화하도록 한다. 즉 자신에게 전송된 정보를 수신하고 CRC오류나 충돌이 발생하지 않음을 확인한 노드만이 ACK정보를 전송하기 위해 잠시 자신의 우선권을 0으로 할 수 있게 된다.

즉 Tokoro의 ACK의방법과 kuehn의 방법을 결합시켜서 구성한 알고리즘으로 ACK를 일반 정보의 연장으로 간주하여 ACK신호 발생에 따르는 지연특성을 개선하고 정보의 충돌후 $ixt\phi$ 의 전송지연후 다시 자신의 최고의 우선권을 갖는 노드로 동작하기 때문에 이 프로토콜에 의한 정보 전송 지연시간은 항상 제한됨을 알 수 있다.

2) 해석적 모델에 의한 지연시간

가) 제시된 알고리즘의 정보전송지연 임의의 정보에 대한 서어비스시간 T_p 는

$$T_p = T_T + T_D(X) + T_{ACK}$$

여기서 T_T ; 순수 정보 전송시간
 T_{ACK} ; ACK정보 전송시간
 $T_D(X)$; 네트워크 상태가 X일 때의 채널 액세스 지연시간
 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n; P)$; 네트워크 상태표시 랜덤 변수
 x_i ; 노드 i의 대기정보수
 P ; 현재 네트워크내에서 최소의 정보 지연시간을 가진 노드

채널 액세스 지연시간의 1계 및 2계 모멘트는

$$E\{T_D\} = (1-\rho) \cdot t_0 \cdot \sum_{n=1}^{N-1} 1 / \{1-\rho(1-\frac{n}{N})\}$$

$$E\{T_D^2\} = (1-\rho) \cdot t_0^2 \cdot \sum_{n=0}^{N-1} (2n+1) / \{1-\rho(1-\frac{n}{N})\}$$

$$\begin{aligned} \text{채널사용도 } \rho &= \lambda \cdot E\{T_p\} \\ &= \lambda \{E\{T_T\} + E\{T_D\} + E\{T_{ACK}\}\} \end{aligned}$$

여기서 최대전파지연시간은

$$D = \rho \cdot \frac{1+C^2}{2(1-\rho)} E\{T_p\} \quad (1)$$

로 나타낼 수 있다.

$$C^2 = E\{T_p^2\} / E\{T_p\}^2 - 1$$

이므로 최대전파 지연시간은

$$D = \rho \cdot \frac{E\{T_p^2\}}{2(1-\rho)E\{T_p\}}$$

로 주어진다. 여기서

$$\begin{aligned} E\{T_p^2\} &= E\{(T_T + T_D + T_{ACK})^2\} \\ &= E\{T_T^2\} - E\{T_T\}^2 + E\{T_D^2\} - E\{T_D\}^2 \\ &\quad + E\{T_p\}^2 + 2E\{T_{ACK}(T_T + T_D)\} \\ &\quad + E\{T_{ACK}^2\} \end{aligned}$$

이다.

나) BEB 알고리즘을 사용한 CSMA/CD의 해석적 모델

$$\begin{aligned} D &= E\{T_p\} + \frac{T}{S} + \frac{T}{2} \frac{1-P_0}{2\{B^*(\lambda)S - (1-P_0)\}} \\ &\quad \times (\frac{2}{\lambda} + ST - 3T) \\ &\quad + \frac{\lambda \{E\{T_p^2\} + 2E\{T_p\} \cdot (T/S)\}}{2\{1-\lambda(E\{T_p\} + T/S)\}} \\ &\quad + \frac{T^2(1+2(1-S)/S^2)}{\dots} \quad (2) \end{aligned}$$

T ; $2t_0$ (스롯길이)

P_0 ; 한개의 스롯내에서 새로운 전송을 필요로 하는 정보가 중복되어 발생하지 않을 확률.

S ; 다음의 시간 스롯에서 성공적인 정보 전송이 일어날 확률.

$$B^*(\lambda) = \beta^*(\lambda) \cdot e^{-\lambda t_0}$$

$$\beta(X) = V \cdot \mu \exp(-V^2 \mu y)$$

$\beta^*(S) = \frac{V\mu}{V^2\mu - S}$; $\beta(X)$ 의 Laplace 변환으로 정보 전송시간의 확률밀도 함수.

y ; 정보의 길이

여기서 $\alpha = \frac{t_0}{T}$, $\rho = \lambda T_p$ 라 하면

$$(\lambda \cdot (T_T + \frac{T}{S}) < 1 \text{ 이어야 하므로})$$

$$\rho < \frac{S}{2\alpha + (1+\alpha)S}$$

이어야 한다.

다) 평균지연시간의 비교

(1) 식은 순수정보 전송시간(T_p)이 빠져있으므로 $E[T_T]$ 시간을 더해 (2)식과 비교하였다. $\alpha = 0.1, 0.01, 0.001$ 에 대해 수직축을 $D/E[T_T]$,

수평축을 ρ 로 하여 도시하였다(그림 1-2, 1-3, 1-4).

실제 계산에 있어서는 패킷길이를 고정시키고 (2)식의 확률 S 는 무한개 노드모델에 의한 최적 slotted ALOHA의 값인 $1/e$ 로 하였다.

2. 설계 및 구현

본 연구에서 제안된 콘텐츠 알고리즘을 구현 하는 데 있어 노드 컴퓨터로는 IBM-PC/XT 를 썼고 노드 컨트롤러는 Intel 사의 single chip LAN controller 82588을 써서 실현하였다. 82588을 선택한 이유는 시스템설계자의 의도에 따라 선택할 수 있는 여지가 많이 제공되어져있을 뿐 아니라 추상화된 명령(high level command)로 동작하므로 프로토콜 구현시 호스트의 부담을 줄일 수 있기 때문이다.

제시한 노드 컨트롤러의 사양은 IEEE 802. Std. 를 토대로 해서 컨트롤러를 설계 제작했는데 IEEE 802 Std. 에서 ISO의 데이터 링크계층은 Medium 액세스 제어(Medium Access Control)와 논리적 링크 제어(Logical Link Control)로 나누어져 있는데 LLC는 IEEE 802.2에서 MAC

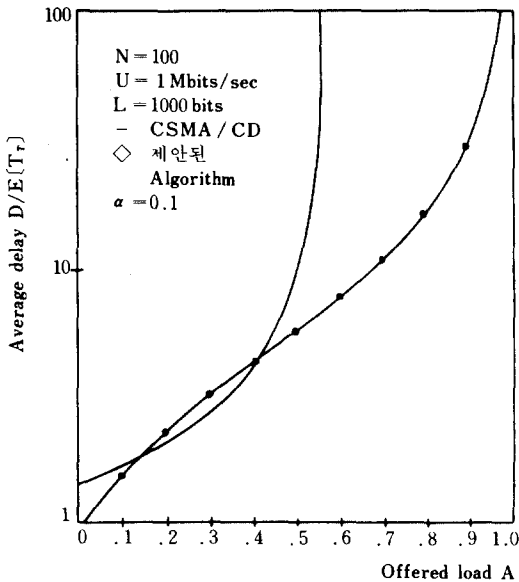


그림1-2 평균 전송 지연시간의 비교 1 ($\alpha = 0.1$)
Average transmission delay time 1.

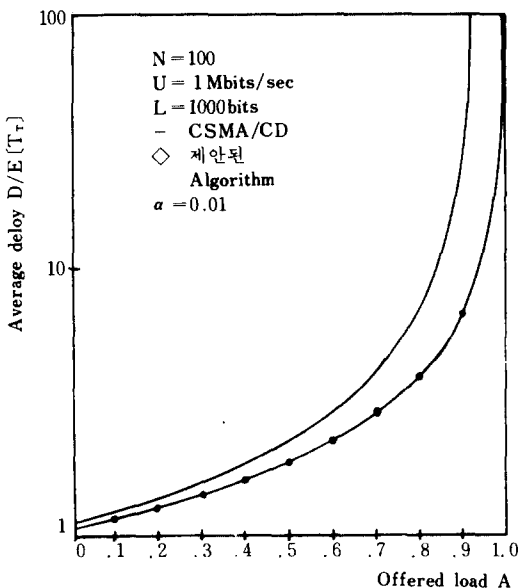


그림1-3 평균 전송 지연시간의 비교 2 ($\alpha = 0.01$)
Average transmission delay time 2.

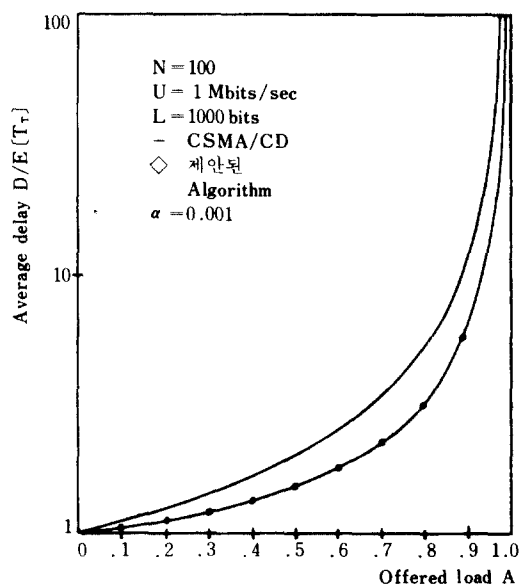


그림1-4 평균 전송 지연시간의 비교 3 ($\alpha = 0.001$)
Average transmission delay time 3.

와 물리계층을 합하여 토폴로지와 액세스 방식에 따라 IEEE 802.3, IEEE 802.4, IEEE 802.5로 나누어 규정하고 있다. IEEE 802.3은 CSMA/CD를 액세스 방식으로 하는 버스네트워크를, IEEE 802.4는 토큰방식을 사용하는 버스네트워크를, IEEE 802.5는 토큰방식을 사용하는 링네트워크를 규정하고 있다.

본 연구에서 IEEE 802기준을 토대로 한 이윤은 다음과 같다. 이 기준에서의 LLC는 MAC의 종류에 관계없이 여타의 모든 MAC에 공통적으로 사용되어질 수 있게 규정되어 있고 또한 MAC 역시 이러한 LLC를 보조하기 위한 나름대로의 특유한 기능과 구조를 규정하고 있기 때문이다.

1) 논리적 링크 제어

IEEE 802.2Std.는 네트워크계층과 MAC 와 LLC운영 기능의 접속 서어비스 특징을 규정하고 있다. 이 규격은 보다 넓은 응용범위를 갖기 위해 두가지 형태로 구분하였는데 그 중 첫번째는 복잡성을 최소로 하는 대신 데이터 링크의 직접적인 연결없이 링크서어비스를 제공하여 주는 형태로 상위계층들이 기본적인 링크서어비스를 제공하고 있어 데이터 링크계층에서 다시 서어비스할 필요가 없을 경우와 전송된 정보에 대한 ACK가 필수적이지 않고 데이터 링크계층의 모든 정보단위에 대해 전송을 보장해야 할 의무가 적을 경우 유용하다. 두번째의 동작형태는 현존하는 여러 데이터 링크 제어규격인 ADCCP, HDLC 등에 상응하는 데이터 링크연결, 즉 point-to-point 연결에 근거한 서어비스를 제공해주는 형태로 정보단위의 순서적 전달뿐만 아니라 오류회복기능등을 제공하고 있다.

LLC 프로토콜 정보단위(Protocol Data Unit PDU)의 형식은 그림 2-1과 같다.

DSAP Address	SSAP Address	Control	Information
8 bits	8 bits	y bits	8×Mbits

그림2-1 프로토콜 정보단위(PDU)의 형식.
Protocol data unit format.

DSAP Address; 목적지 서어비스 액세스 점의 주소란

SSAP Address : 발생지 서어비스 액세스 점의 주소란

Control : 제어란 이 란은 순서번호를 포함한 형식의 경우 16 bit 이고 순서번호를 포함하지 않는 경우에는 8 bits로 구성된다.

Information : 정보란

M : O이상의 정수로서 MAC에서 정해진 최대 정보 길이에 따라 달라진다.

본 연구에서는 M의 최대값을 512로 정하였다. 이 값은 실제 구성에서 LLC기능의 대부분을 IBM 디바이스 드라이버를 사용해서 수행하므로 디스크의 한 sector부분의 크기와 일치시켰다.

2) Medium 액세스 제어 (MAC)

본 연구에서 사용되어진 MAC는 IEEE 802.3 CSMA/CD 프로토콜 사양을 토대로 해서 제안된 알고리즘의 구현을 위해 변형을 하였다.

가) Preamble field : 7 bytes로 구성되어 있고 수신단의 PLS (Physical Signaling) 회로를

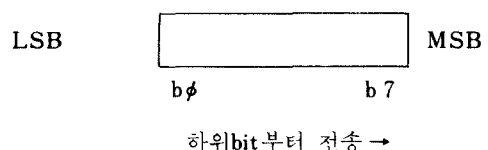
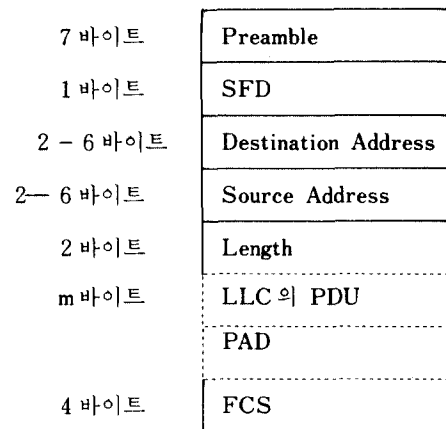


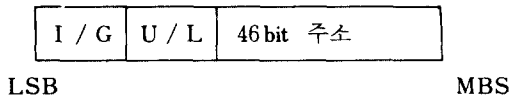
그림2-2 MAC 프레임의 현상.
MAC frame format.

송신단의 송신 클럭에 동기시키기 위한 field 로 1 과 0 을 번갈아 배열한 형태이다.

나) SFD(Start Frame Delimiter) : 프레임의 시작을 알려주는 신호로 IEEE 802.3 규격에서는 10101011을 사용한다.

다) 주소 field : IEEE 802.3에서 이 란은 48 bits 길이의 주소를 사용하도록 규정하였는 데 본 실험에서는 48bits 주소를 설계하였다.

48bit 의 주소 형식



- I / G → 0 : 개별 주소
- 1 : 그룹 주소
- U / L → 0 : 전체적으로 관리되는 주소
- 1 : 국지적으로 관리되는 주소

그림2-3 IEEE 802.3 주소형식.
IEEE 802.3 Address type.

주소 field 란에서 16bits 주소이건 48bits 주소이건 모든 bit 가 1로 되어 있는 주소는 방송주소(broadcasting address)로 쓰고 있는데 이 방송주소를 네트워크 내의 모든 노드가 발생시킬 수 있어야만 하는 것은 아니다.

그러나 본 실험실에서는 이 방송주소를 치명적인 네트워크상의 오류(예를들면 동일한 유보 시간을 갖는 노드들이 존재하게 되어 지연상태에서 충돌이 검지되지을 경우)로 인해 네트워크를 초기화 시키는 데에도 사용할 뿐만 아니라 가장 높은 우선권을 부여할 ACK정보의 전송에도 사용하므로 모든 노드가 이 방송주소를 발생시킬 수 있게 하였다.

라) 길이 field : 이 란은 LLC에서 발생되어진 PDU의 길이를 byte의 수로 나타낸 것으로 송신할 때는 상위 byte를 먼저 송신해야 한다. 본 실험에서는 PDU의 최대길이가 516bytes 되어 있으므로 이 란에 들어갈 수 있는 수는 516을 넘지 못한다.

마) 길이 field : CSMA /CD 프로토콜이 올바르게 동작하려면 최소 frame 길이가 보장되어야 하

므로 길이가 최소 프레임 길이보다 짧은 정보를 전송할 필요가 생겼을 때는 이 란을 부착시켜 전송한다. 즉 LLC에서 PDU가 전해져 오면 MAC는 PDU의 길이를 계산하여 길이란을 채우고 필요에 따라서는 PDU에 Padding byte를 부착시킨다.

바) FCS field : 이 란은 IEEE 802.3 규정의 Autodin- II CRC 생성다항식을 써서 계산한 결과를 쓰고 있는 데 본 논문에 쓰인 생성다항식은 다음과 같다.

$$\text{생성다항식} : G(X) = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^6 + X^4 + X^2 + X + 1$$

(2) 네트워크 운영기능 (Network Management)

본 실험에서 사용되어진 초기화와 종료 그리고 이상 상태의 처리를 위한 운영기능에 필요한 변수들은 대체로 IEEE 802.3 규격에 따라 설정되었고 다음과 같다.

가) 프레임들 간의 간격시간 (Inter Frame Spacing; IFS)

IEEE 802.3 규격에서는 만일 어떠한 노드가 전송할 정보를 가지고 있고 현재 진행중인 전송이 완료되었다 할지라도 현재 채널상에 존재하는 정보를 위해 그 즉시 또 다른 전송을 하지 못하고 IFS 시간 동안 기다린 후에 재전송을 개시할 수 있게 되어있다.

본 실험에서는 임의 노드의 전송은 충돌이 발생하기 전과 충돌이 발생한 경우의 두 경우에 대해 달리 해 주었는데 충돌이 발생하기 전에는 802.3 규격의 동작을 취했고 충돌이 발생한 후의 지연상태에서는 프레임 간격에 자신의 우선권 i 와 네트워크 스롯시간 t_0 를 곱한 it_0 를 더한 시간까지 기다려 아무런 전송도 그 시간내에 개시되지 않으면 자신이 재전송을 개시하게 된다.

본 실험에서는 IFS로 32bits 전송시간을 사용했다.

나) Jamming시간

임의 노드가 전송 개시 후 충돌을 검지하면 즉시 전송을 중단하고 네트워크의 모든 노드들에게 충돌이 발생했음을 알리는 Jamming 신호를 발생

시켜야 하는 데 본 실험에서는 32bits 전송시간을 취했고 그 형태는 모두 1로 하였다.

다) Slot 시간

충돌해결에 사용되는 가장 기본적인 요소로서 네트워크의 최대왕복 전파지연 시간에 Jamming 시간을 더한 시간으로 본 실험에서는 512bits의 전송시간을 사용하였다.

라) 재전송 중재 (Scheduling)

IEEE 802.3에서 충돌 후 Jamming이 끝나고 재전송을 개시하기까지의 지연시간은 truncated binary exponential backoff (BEB) 알고리즘에 의해 계산되어 지도록 규정하고 있다. 본 실험에서는 충돌이 발생되면 Jamming을 끝내고 난후 재전송을 개시하기 전에 BEB 알고리즘에 의해 구해진 지연시간 대신에 제시된 알고리즘에 의해 결정적으로 구해진 지연시간을 기다리게 된다.

3) 물리계층

① 신호의 처리 : EIA Std-RS-422A (Fedral Std 1020) 규격에 의한 Balanced Differential 신호 전송은 RS-232C나 RS-423A보다 높은 정보율(최대 10Mbps)과 장거리 전송(최대 4000ft) 등의 장점이 있고, 신호의 기준 전압의 변화나 잡음들이 공통전압으로 나타나 쉽게 제거할 수 있어 정확한 정보전송이 가능하다.

② 정보 bit의 인코딩 : 자체 클럭 정보를 가진 Manchester code를 사용

③ 클럭발생 : 16MHz 수정 발진기에서 발생된 신호를 분주해 송신클럭으로 사용하고 수신인 경우 충돌검지를 위해 16MHz 클럭을 그대로 신호 추출 클럭(Sampling clock)으로 사용한다.

④ 충돌검지 : bit 비교법과 Cobe Violation 법을 병행해서 충돌을 감지한다. 본 논문에서 충돌의 감지는 최소정보 길이보다 짧은 정보를 수신한 경우에도 발생한다.

⑤ Code Violation : 수신된 신호의 펄스폭이 $\frac{1}{16} \sim \frac{5}{16}$, $\frac{11}{16}$, 또는 $\frac{21}{16} \sim \frac{24}{16}$ 의 전송 bit 크기로 될 경우나 '0' 레벨이 $\frac{25}{16}$ bit 크기 이상이 될 경우 또 bit의 중앙에서 신호전압의 천이가 발생하지 않으면 충돌이 발생한 것으로 간주한다.

⑥ bit비교법 : 전송된 정보와 수신된 정보를 비교하여 다음의 경우 충돌이 발생한 것으로 간주한다.

i) 스롯시간의 반과 16bits의 전송 시간이 더 경과했으나 자신에게 preamble이 인식되지 않을 경우

ii) 한개의 스롯시간이 경과했고 전송 signature와 수신 signature가 다를 경우

4) 컨트롤러의 제작

앞에서 결정된 사양을 만족하는 노드 컨트롤러를 제작하기 위해서 82588 single chip LAN controller가 가진 모든 능력을 사용해야 한다. 따라서 버퍼 연쇄 개념에 의해 82588을 동작시키기 위해서는 DMA 채널을 사용해야 하는데, 한개의 DMA 컨트롤러를 노드 컨트롤러 자체에 부착시키는 방식은 여러면에서 바람직하지 못하다. 따라서 본 논문에서는 호스트인 IBM-PC/XT의 DMA 채널을 두개 이용하여 DMA 컨트롤러 자체 부착 방식에서의 문제점을 해결했다. 하지만 IBM사가 XT를 개발했을 때 DMA 채널 4개를 모두 보류시켜 버렸으므로 DMA를 사용해야만 하는 IBM-PC/XT의 일부기능을 희생시키지 않으면 안된다. 즉 4개의 채널중 하나는 dynamic RAM refresh로 또 하나를 Floppy disk driver (F. D. D.)에, 나머지 두개를 Hard 디스크와 SDLC 카드등의 통신용으로 사용에 대비시켜 놓았으므로 SDLC 카드용 DMA 채널과 하드 디스크용 DMA 채널을 쓸 수밖에 없게 된다.

본 연구에서 노드 컨트롤러를 구성할 때에는 두번째 방법을 써서 구성하였고 이 역시 장래 호스트 컴퓨터의 확장성 면에서 볼 때 바람직하지 못한 것이다.

또 82588은 호스트로부터 어떤 일의 수행명령을 받았을 때 그 명령의 결과보고와 완료상태를 인터럽트로 호스트 컴퓨터에 전하게 되므로 한개의 인터럽트 채널이 더 필요하게 된다. 이러한 인터럽트 요청은 인터럽트 채널 2에 연결되어서 어비스를 받게 된다. 그러나 82588칩이 제공하는 기능만으로는 불가능하여 8253 programmable Timer를 노드에 탑재시켜 그 기능을 보존케 했다. 8253은 Timer 동작 모드를 모두 ϕ 의 interr-

upt에 on terminal count로 해서 82588의 INT와 8253의 INi요청을 OR시켜 인터럽트 서어비스를 요청하게 한 후 INi출력을 한개의 I/O port에 맵핑(mapping)시켜 호스트가 그 포트를 읽을 경우 인터럽트 벡터를 알아낼 수 있게 설계하였다. Data를 위한 버퍼는 CPU에 의해 read나 write동작이 일어날 때 enable되어져야 할 뿐만 아니라 DACK의 경우에도 I/O to memory 혹은 memory to I/O 전송을 위해 enable 되어질 수 있도록 했다. 또한 DMA 동작상태에서 82588이 선택되지 않도록 AEN신호를 사용하여 CPU가 발생시킨 주소와 DMA가 발생시킨 주소를 구분하였다. 본 노드 컨트롤러의 I/O Map은 IBM사에 의해 Proto-type card사에 의해 proto-type card를 위해 남겨진 부분(31ϕh~31Fh)를 사용했다.

IEEE 802.3 규격에 의해 동작하던 노드가 충돌로 유보상태로 옮겨지면 재전송 시도를 disable시키고 그림 2-4과 같은 흐름도를 가진 유보상태의 MAC 루틴으로 Jump해 동작을 수행하게 된다. 노드 컨트롤러의 LLC의 대부분은 노드 컨트롤러를 위해 짜여진 디바이스 드라이버에 포함되어져 있다.

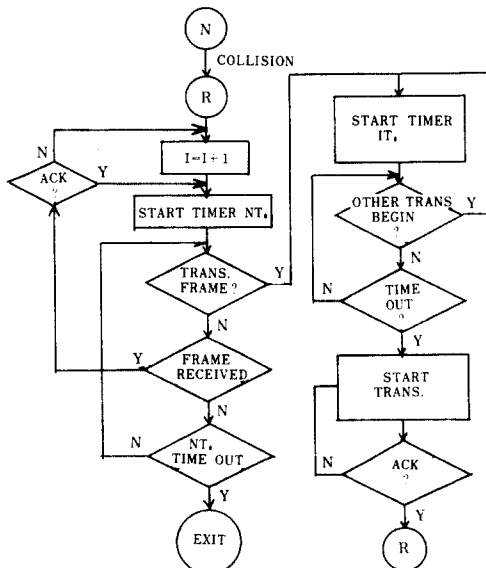


그림2-4 지연상태에서의 MAC 루틴 흐름도.
MAC routine flowchart under delay state.

3. 결 론

본 연구에서는 CSMA/CD의 약점을 수정 보완하려고 시도된 많은 방법들중 몇가지 대표적인 것을 선택하여 이러한 노력들에 대한 일련의 흐름을 만들어 보려 하였다. 또한 본 연구에서 검토된 Tokoro 등의 ACK방법과 Kuehn 등의 방법을 결합시킨 알고리즘을 제시하고 그 정보전송 지연시간을 BEB-CSMA/CD의 것과 비교하였다. 그결과 본문에서 알 수 있듯이 채널부하가 낮은 경우에는 CSMA/CD의 지연 특성에 접근하고 채널부하가 높아지는 과정에서도 CSMA/CD처럼 급격히 지연특성이 열악해지지 않으면서도 한정된 최대 지연 시간을 갖는다는 결론을 얻을 수 있었다. 본 연구에서는 이 알고리즘을 사용하는 노드 컨트롤러를 IEEE 802 규격에 맞추어 설계하고 INTEL사의 82588 single chip LAN Controller와 IBM-PC/XT를 사용하여 제작하였다. 이때 82588의 기능을 보조하기 위해 Timer로서 8253 programmable timer를 부착시켜 구성하였다. 노드 컨트롤러와 호스트 컴퓨터간의 정보전송은 버퍼연쇄 개념으로 DMA 채널 2개를 사용하여 수행하였다. 그 결과 ACK신호를 발생시켜야 할 때 82588을 다시 초기화시켜야 하는데 이때 DMA 채널을 다시 프로그램 시켜주는 데 드는 시간을 줄일 수 있어 약간의 지연특성을 개선할 수 있었다.

그러나 본 논문에서와 같이 호스트에 인터럽트로 정보의 수신을 알리고 ACK정보의 전송여부를 결정하다면 채널잠복시간(latency time)이 너무 길어져 Tokoro가 제안한 즉각적인 ACK전송이 의미가 없어지게 된다. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해서는 노드 컨트롤러내에 감시 프로세서(watch dog processor)를 존재시켜 호스트의 부담을 덜어주고 채널잠복 시간을 줄여 주어야만 한다. 또 이 알고리즘의 시간 스롯 to 값은 네트워크 전체의 길이에 의해 좌우될 뿐만 아니라 노드의 분포와 topology 등에 의해서도 크게 좌우되는 것으로 이값을 결정함에 있어 신중을 기하지 않으면 안된다.

그리고 본 연구에서 제작된 노드 컨트롤러는 IBM 디바이스 드라이버를 변형시킨 LLC를 사

용하여 단지 정보 블록 전송등의 기능 밖에는 갖지 못하고 있는 바 계속적인 서비스 소프트웨어의 개발이 요망되어 진다. 또한 다른 기종간의 컴퓨터 연결이 요구되는 환경에서 이 콘트롤러가 호환성을 갖기 위해서는 연결되는 각 컴퓨터가 같은 source의 DOS (디스크 운영체제)를 갖는 경우에 가능하다. 즉 DOS차원의 통신을 요구하게 되므로 이에대한 집중적인 연구를 필요로 한다.

이논문은 한국학술진흥재단의 1985년도 연구비에 의하여 이루어 졌으며 본논문을 위하여 수고한 조영현, 김덕중, 김영복, 이운태, 김명규, 임승주군에게 감사한다.

참 고 문 헌

- (1) K. P. Eswaran, V.C. Hamacher, G.S. Shedler, "Collision-free access control for computer communication bus network," IEEE Trans on Software Eng., vol. SE-7, pp. 574-582, 1981.
- (2) M Tokoro, K. Tamaru, "Acknowledging Ethernet," CO-MPCOM 77, Fall, pp. 320-325, 1977.
- (3) A. Takagi, S. Yamada, S. Sugawara, "CSMA/CD with deterministic contention resolution," IEEE Jour. on Selected Area in Comm., vol SAC-1, no. 5
- (4) W.M. Kiesel, P.J. Kuehn, "CSMA-CD-DR: A new multi access protocol for distributed systems," Proc. Nat. Telecomm. Conf., Nov. 29-Dec. 3, pp. A2, 4,6, 1981.
- (5) IEEE Standards for Local Area Networks, "Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA / CD) access method and physical layer specifications," IEEE Inc. New York, NY 100171 USA, 1985.
- (6) 이명수, 근거리 지역망의 콘트롤러의 설계, 연세대학교 대학원, 석사학위 논문, 12월 1984.
- (7) 권영수, 버퍼 삽입 인터페이스 방식에 의한 지역 컴퓨터네트워크설계, 연세대학교 대학원, 석사학위 논문, 12월1984.
- (8) Simon S. Lam, "A carrier sense multiple access protocols for local computer networks" vol. 4, no 1, pp. 21-32, 1980.
- (9) F. A. Tobagi V. B. Hunt, "Performance analysis of carrier sense multiple access with Collision Detection," comput. networks vol. 4, pp. 245-259, 1980.
- (10) Microsoft Corp., IBM Disk Operating System, 1st Ed., 1983.
- (11) 82588 Single Chip LAN Controller revision 2.0, Intel C Corp., 1985.
- (12) IEEE Standards for Local Area Networks, "Logical link control," IEEE Inc. New York 10017 USA, 1985.



李明洙(Myung Soo RHEE) 正會員
1957年 5月 7日生
1983年: 延世大學校 電子工學科 (工學士)
1985年: 延世大學校大學院電子工學科 (工學碩士)
1985年~現在: 延世大學校大學院電子工學科 博士課程 在學中



康 昌 彥(Chang Eon KANG) 正會員
1938年 8月 26日生
1960年: 延世大學校電氣工學科 (工學士)
1965年: 延世大學校大學院電氣工學科 (工學碩士)
1969年: 美國미시간주립대학교大學院電氣工學科 (工學碩士)
1973年: 美國미시간주립대학교大學院電氣工學科 (工學博士)
1967年~1973年: 美國미시간주립대학교工業研究所先任研究員
1973年~1981年: 美國노던일리노이대학교電氣工學科助教授, 副教授
1982年~現在: 延世大學校電子工學科 教授, 本學會研究調查委員會 委員長