

論文95-32A-4-4

FDDI 네트워크의 파라미터 튜닝에 의한 과부하 제어 메카니즘

(Overload Control Mechanism by Parameter Tuning in FDDI Networks)

李俊豪*, 金京信**, 姜文植***, 宋明烈*, 李相培*
(Junho Lee, Kyungshin Kim, Moonsik Kang, Myoungryol Song
and Sangbae Lee)

요약

본 논문에서는 대표적인 고속 네트워크 프로토콜인 FDDI에서 타이머 한계치의 튜닝 메카니즘에 대해 연구하였다. 저부하 상태에서는 각 트래픽의 우선순위나 타이머 값은 프로토콜의 성능에 큰 영향을 끼치지 않으나 과부하 상태일때 FDDI 네트워크의 성능은 전적으로 타이머값의 튜닝에 의해 결정된다. 따라서 본 연구에서는 각 트래픽에서 요구하는 처리율에 만족하도록 FDDI 프로토콜의 가장 큰 타이머값인 TTRT를 기준으로 그보다 적은 각 우선순위의 타이머 한계치를 튜닝하였다. 이러한 관계식에 의하여 튜닝된 타이머 한계치를 SIMAN/UNIX를 이용한 시뮬레이션 결과로 검증하였다. 이로써 타이머 한계치 튜닝방법이 다중 우선순위의 트래픽을 가지는 FDDI 프로토콜의 성능을 제어할 수 있음을 입증하였다.

Abstract

In this paper, a timer thresholds tuning algorithm is proposed, satisfying the required response time for traffic with time-critical applications and asynchronous traffic in FDDI network. Under light and medium load, priorities and timer thresholds play a minor role for medium access control. In these cases all queues are served exhaustively with a very high service probability and the packet loss probability approaches almost zero. Under overload condition, however, the performance of the FDDI Network is completely determined by the selection of the timer thresholds. The timer thresholds tuned by mathematical results is confirmed by simulation results using SIMAN/UNIX package. The allocation of guaranteed bandwidth can be controlled easily by tuning the timer thresholds according to the proposed rules.

I. 서론

다양한 서비스를 만족시키기 위해서는 고속통신 프로토콜의 출현이 필수적이다. 전송속도가 수백 Mbps 내지 Gbps단위로 올라갈것은 물론 전송지연에 대해서도 엄격한 트래픽요구사항이 등장하게 된다. FDDI는 동기 및 비동기 트래픽을 함께 전송할 수 있는 시제한 토큰 프로토콜을 사용한다. 이것은 동기 및 비동기 트래픽에 대한 2개의 우선순위가 존재하는데 동기 트래

* 正會員, 延世大學校 電子工學科

(Dept. of Elect. Eng., Yonsei Univ.)

** 正會員, 陸軍本部

(Headquarters of the Army.)

*** 正會員, 江陵大學校 電子工學科

(Dept. of Elec. Eng., Kangnung National Univ.)

接受日字: 1995年 2月21日

픽이 비동기 트래픽보다 우선적으로 전송된다. 시간 제약성을 지닌 트래픽은 동기 트래픽으로 간주하여 전송됨으로써 요구되는 응답시간을 만족시킬 수 있다. 시간 제약성을 지닌 음성 및 화상 그리고 실시간 트래픽의 전송은 동기모드를 통하여 이루어지며 화일전송과 같이 시간 제약성이 없는 데이터의 전송은 비동기 모드를 통하여 이루어진다. 동기 트래픽은 토큰 획득후 즉시 전송이 가능하며 비동기 트래픽은 현재의 토큰 회전시간(TRT:Token Rotation Time)과 TTRT의 운용값인 T_Opr(Operational value of TTRT)을 비교하여 T_Opr을 초과하지 않았을때 그 차이만큼 전송된다. 이상과 같이 FDDI는 기존의 매체접근 프로토콜과는 달리 넓은 대역폭의 제공과 고속의 데이터 전송을 가능하게하는 근거리망의 표준이다. 과부하 상태가 아니면 우선순위가 높은 FDDI의 타이머값은 매체 접근제어에 큰 영향을 끼치지 않는다. 이 경우 모든 큐는 서비스 되고 패킷 손실은 거의 없다. 그러나 과부하시 FDDI 네트워크의 성능은 완전히 타이머 값 선택에 의해 결정된다. 본 논문에서는 네트워크의 과부하시 동기 트래픽이나 우선순위가 높은 비동기 트래픽의 시간조건과 처리율에 적합하도록 FDDI의 타이머값을 적절히 선택할 수 있는 알고리즘을 제시하였다.

II. FDDI의 다중우선순위 알고리즘

FDDI는 IEEE 802.5 토큰링 방식과 비슷한 토큰패싱 방식으로 전송매체로 광섬유를 사용하여 기본링과 보조링으로 구성되는 이중링(dual ring) 구조를 갖는 100Mbps의 고속 근거리 통신망(LAN)이다. FDDI는 토큰이 링을 회전하여 다시 자기 스테이션에 도달하는 시간을 측정하여 이 값에 따라 각 스테이션이 매체를 사용할 수 있는 시간과 전송모드를 선택적으로 부여한다는 점이 토큰링과는 다른 특징이다. 또 선로의 절단에 대한 단일링의 취약점을 보완하고 링의 재구성을 위해 이중링 구조로 두 등급의 스테이션들을 점대점(Point to Point)으로 연결하여 스테이션 상호간에 패킷 데이터를 주고 받는다. 정상동작시에는 기본링과 보조링은 서로 반대 방향으로 진행하고 각각 100Mbps의 전송속도를 갖는다. 최대거리 200Km내에서 최대 1000개의 접속이 가능하나 이중링 구조로 구성될 경우 최대 100Km내에서 500개의 스테이션이 접속될 수 있다.

FDDI 표준에서는 활성화된 스테이션간의 최대길이를 2Km로 한정하고 있다. FDDI에서는 각 스테이션의 전송 매체에 대한 액세스를 제어하기위하여 TTR 프로토콜을 사용한다. 이 프로토콜의 핵심은 링의 각

스테이션에 균등한 전송매체의 액세스 기회를 주며, 동기 데이터(synchronous data)를 안전하게 전송하기 위하여 링의 트래픽양에 따라서 비동기 데이터(asynchronous data)를 조절하여 보내는 것이다. 즉, FDDI에서 데이터는 동기 데이터와 비동기 데이터로 구분되는데 동기데이터가 높은 우선권(Priority)을 가지며, 비동기 데이터는 토큰의 회전시간에 따라 선택적으로 토큰이 예정시간(TTRT값)보다 일찍 도착했을 때 여분의 시간(THT)을 이용하여 전송된다. 데이터를 전송하고자 하는 스테이션은 일단 토큰이 도착하기를 기다린 후, 토큰이 도착하면 이를잡아 데이터를 전송할 수 있는 권리를 얻는다. 먼저 링의 초기화 과정에서 각 스테이션에서 자신들의 요구에 맞도록 필요한 토큰 회전시간 값을 내어 그 중에 가장 적은 TRT값을 TTRT(Target Token Rotation Time)값으로 정한후, 이 값에의해 각 스테이션의 링 액세스를 제어한다. 토큰이 각 스테이션에 도착하면 TRT는 TTRT로 초기화되며 0으로 감소하기 시작한다. LC값은 0으로 초기화되며 토큰이 예정시간보다 늦게 도착하여 TRT값이 0으로 될때 그 값을 1씩 증가한다. 0으로 초기화된 THT는 토큰이 예정시간보다 얼마나 일찍 도착하였는가를 나타낸다. 즉, 토큰이 도착했을때 LC가 0이면 그때의 TRT값을 THT값으로 대치하게 된다. 스테이션에 토큰이 도착했을때 LC값이 0이면 현재남은 TRT값은 THT값으로 대치되어 비동기 서비스시간이 되며, TRT값은 다시 TTRT로 세트되어 각 스테이션의 동기패킷을 위해 할당된 시간내에서 동기전송을 한다. 또한 전송할 비동기 패킷이 있을경우 비동기 서비스를 한다. 각 스테이션에서의 동기전송 서비스는 할당된시간(ST)을 초과할 수 없으나 비동기 전송서비스는 서비스중 허용시간(THT)이 지나더라도 전송중인 패킷의 전송이 완료될때까지 계속 전송하여 결과적으로 비동기 전송에 할당된 대역을 초과할 수 있다. 그러나 토큰이 도착했을 경우 LC값이 1이면 LC값은 0으로 되며 TRT는 TTRT로 세트되지않고 계속하여 감소한다. 이 경우에는 스테이션내의 동기전송만이 가능하고 비동기서비스는 할 수 없다. 링이 정상적으로 동작할경우 토큰의 회전시간은 TTRT(예정 토큰회전 시간)의 두배를 넘지않는다.

FDDI 프로토콜은 모든 트래픽을 동기와 비동기 트래픽으로 나누는데 동기 트래픽은 시간 제약성을 가지는 것으로 비동기 트래픽과 비교가 된다. 이러한 트래픽의 특성을 만족시키기 위해서는 트래픽의 서비스시간을 다르게 하여 동기 트래픽을 우선적으로 서비스하게 해야한다. 이러한 의미에서 FDDI 프로토콜을 시제한(Timed Token Protocol) 프로토콜이라고 한다.

특히 우선순위 메카니즘은 비동기 트래픽을 8개의 우선순위 레벨로 나누어 네트워크가 동시에 넓은 범위의 전송 요구조건을 가지는 여러 클래스의 트래픽을 서비스하도록 설계되었다. 가장 높은 우선순위인 동기클래스는 대역폭과 전송지연이 음성이나 프로세스 제어신호와 같은 실시간 제약성을 갖는 서비스에 적합하다. 그외 나머지 트래픽은 8개의 우선순위 레벨로 나뉘어진 비동기 클래스이다. 비동기 클래스의 우선순위는 동기 트래픽의 전송에 사용되지 않는 대역을 임시로 예약하여 사용한다는 제한적 토큰 모드를 가진다. 시제한 프로토콜에서 주어진 클래스의 프레임 전송하는데 드는 시간은 전송 스테이션으로 도착하는 토큰의 간격에 달려있다. 즉, 토큰 회전시간이 시스템의 성능을 결정하는 요소이다. FDDI 프로토콜에서 각 스테이션은 TRT 등의 여러 타이머를 갖고있다.

링의 초기화 과정에서는 시스템의 가장 중요한 파라미터인 TTRT를 결정한다. THT가 임의의 우선순위 레벨을 위한 THT 한계치에 도달하면 토큰은 더이상 그 레벨의 프레임을 전송 하지않는다. THT 완료후에도 진행중이던 프레임의 전송은 완료된다. THT 만료후의 전송시간을 잔여 프레임 전송시간이라고 한다. 잔여 프레임 전송시간의 최대치는 최대 프레임 전송시간과 같다. 비동기 우선순위 레벨 i 의 토큰 지속시간 한계치(THT)를 T_i ($i = 1, 2, \dots, 8$)로 정의하였다. 큰 한계치라는 것은 토큰이 패싱되기전에 좀더 많은 서비스 시간을 허락한다는 의미이다. 그러므로 더 큰 전송 시간을 갖는것이고 결과적으로 적은 토큰 지속 시간 한계치를 가진 우선 순위 레벨보다 높은 우선순위를 갖는다. 우선 순위 레벨의 최대치는 T_{opr} 이다. 즉, 토큰 회전시간의 최대치와 평균치를 유지해야하기 때문에 어떠한 토큰의 회전에서도 전체 전송시간은 T_{opr} 을 초과할수 없다.

III. 타이머 한계치 제어

FDDI 네트워크가 과부하 상태가 아닐때는 우선순위나 타이머 한계치는 시스템의 성능에 큰 영향을 끼치지 않는다. 이 경우 모든 큐는 적절하게 서비스 되고 패킷 손실은 제로에 근접한다. 그러나 FDDI 네트워크가 과부하상태라면 시스템의 성능은 전적으로 우선순위와 타이머 한계치의 선택에 의해 결정된다. 이 절에서는 시스템의 성능을 결정하는 처리율을 분석하고 그 처리율에 타이머의 값이 미치는 영향을 분석하였다. 과부하 상태의 시스템과 클래스 j 에 속한 i 스테이션을 가정하여 분석하였다. 이것은 i 스테이션에서는 j 패킷이 제일 첫번째로 서비스를 받는다는 의미이며 또한 과부

하상태에서는 j 패킷만이 서비스를 받는다는 의미이다. 그보다 낮은 우선순위의 패킷은 과부하 조건이 제거될때까지 대기해야 한다. 오버런이 무시된다면 n 번째 토큰이 도착한후에 스테이션 i 의 비동기 서비스 시간은 식 (1)과 (2)이다. 왜냐하면 비동기 서비스시간은 타이머의 한계치(τ_i)에서 동기 트래픽 서비스에 소요된 시간을 제외한 시간이기 때문이다.

$$A_i = \text{MAX} \{ \tau_i - C_i, 0 \} \quad (1)$$

$$= \text{MAX} \{ T_j - C_i, 0 \} \quad (2)$$

$$C_i^n = C_0 + \sum_{k=1}^N (S_k^{n-1} + A_k^{n-1}) + \sum_{k=1}^{i-1} (S_k^n + A_k^n) \quad (3)$$

사이클 시간은 식 (3)이다. 결론적으로 클래스 j 스테이션은 그것의 한계치 T_j 값에의해 항상 서비스를 받을 수도 있고 항상 서비스를 받지 못할 수도 있다. 즉, T_j 에의해 서비스받는 스테이션이나 패킷의 종류를 임의로 결정할 수 있다. 식 (4)은 사이클 시간의 평균값이다.

$$C = E [C_i^n] \quad (4)$$

이 값은 모든 스테이션에 동일하며 클래스 j 스테이션의 평균 서비스시간은 식 (5)이고 그것의 처리율은 식 (6)이다.

$$T_j - C, \quad C \leq T_j \quad (L) \quad (5a)$$

$$a_j = 0, \quad C > T_j \quad (D) \quad (5b)$$

$$\frac{a_j}{C} = \frac{T_j - C}{C}, \quad C \leq T_j \quad (L) \quad (6a)$$

$$= 0, \quad \text{else} \quad (D) \quad (6b)$$

여기서 (L)은 일부 스테이션이 제한된 서비스만을 받고 일정한 처리율을 갖는다는 것이고, (D)는 나머지 스테이션은 서비스가 이루어지고 어떠한 서비스도 전혀 받지 못한다는 의미이다. 이러한 이유는 타이머 한계치가 너무 적어서 토큰이 항상 늦게 도착하기 때문이다.

$$C = c_0 + \sum_{j=1}^M N_j \cdot a_j \quad (7)$$

C 가 식 (7)과 같으므로 식 (6)은 시스템의 처리율을 결정한다.

이것을 볼때 평균 큐 서비스시간 a_j 와 개별 처리율

$\gamma_{a,j}$ 는 링에서의 스테이션 위치와는 무관하다는 것을 알 수 있다. 과부하 상태에서 요구되는 비동기 처리율 $\gamma_{a,j}$ 가 주어졌을때 타이머 한계치 T_j 를 선택하는 것을 파라미터 튜닝이라고 한다. 과부하 상태일때의 FDDI 시스템의 성능은 타이머 한계치 T_j 를 어떻게 선택하느냐에 의해 결정된다. 파라미터 튜닝의 간단한 방법은 요구되는 처리율에 계산된 처리율이 맞을때까지 한계치 T_j 를 변화시켜 가는 방법이다. 그러나 이방법은 간단하나 시간이 많이들고 정확히 맞지 않는다. 본 절에서는 계산이 간편하며 시스템에 정확히 일치하는 방법을 제안하였다. 먼저 기본이 되는 처리율의 비를 구하여 이용한다. 처리율비 f_j 를 식 (8)과 같이 나타낸다.

$$f_j = \frac{\gamma_{a,j}}{\gamma_{a,1}} = \frac{T_j - C}{T_1 - C} \quad (8)$$

여기서 우선순위 1이 가장 높은 우선순위이다. 클래스 1의 스테이션이 과부하 상태일때 가장높은 비동기 처리율을 가진다. 상대적으로 처리율비 f_j 는 1보다 같거나 작다. 더 나아가 제한적 서비스(L)을 갖는 1개의 스테이션만 생각하면 모델은 간단해진다. 여기서의 방법은 처리율비 f_j 와 고정된 동기 트래픽 γ_s 를 이용하여 산출한다. 식 (8)을 풀어 T_j 식 (9)가 된다.

$$T_j = f_j T_1 + (1-f_j)C \quad (9)$$

어떠한 클래스 j에서 $f_j=1$ 이 요구된다면 $T_j=1$ 이 된다. 클래스 j의 서비스가 연기되어 $\gamma_{a,j}=0$ 이고 $f_j=0$ 이면 $T_j=C$ 가되는데 $T_j=TTRT$ 일때 가장높은 우선순위의 한계치이다.

$$T_j = f_j \cdot T_1 \quad (10)$$

식 (9)는 우변의 1항과 2항으로 분리되는데 1항보다 2항이 크게 적으므로 식 (10)으로 간단히 할 수 있다. 결국, 클래스j 스테이션에서 처리율 $\gamma_{a,j}$ 가 적으면 f_j 와 T_j 도 적어진다. 한계치 T_j 는 전체 스테이션의수 N과 각각의 스테이션의 수 N_j 와는 무관하고 오직 네트워크의 동기, 비동기 처리율에 의존한다는 것을 알 수 있다.

식 (10)를 이용하여 타이머 한계치 T_j 동기트래픽 클래스 1개와 비동기 트래픽의 우선순위 클래스 2개를 가진 총 30Km 길이의 FDDI 네트워크에서 스테이션은 15개이고 TTRT를 1200 μsec 로 가정하였다. 이때 다음과 같은 처리율의 네트워크를 고려할 때에 각 클래스의 타이머 한계치를 구하였다.

$$\gamma_s = 1$$

$$\gamma_{a,1} = 0.8$$

$$\gamma_{a,2} = 0.1$$

여기서 각 클래스의 처리율이라는 것은 각 스테이션의 서로다른 클래스별 큐로 입력되는 패킷의 수에대한 서비스 완료된 패킷의 수의 비로 정의하였다. 이때 동기 트래픽의 서비스 시간은 600 μsec 으로 고정 할당 되어있다. 식 (10)에 대입하여 풀면 다음의 한계치를 구할 수 있었다.

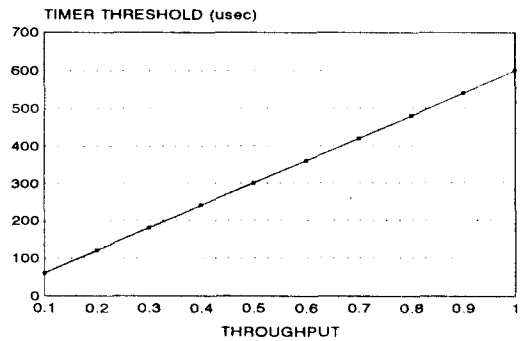


그림 1. 처리율과 타이머 한계치

Fig. 1. Throughput and timer threshold

$$T_1 = 600 \mu\text{sec}$$

$$T_2 = 480 \mu\text{sec}$$

$$T_3 = 60 \mu\text{sec}$$

이러한 방법으로 요구되는 처리율에 대한 각 클래스의 타이머 한계치를 설정한 결과를 보면 그림1과 같다.

IV. 시뮬레이션 및 결과고찰

1. 시뮬레이션 모델

시뮬레이션을 수행하기 위하여 전송속도는 100 Mbps, 패킷의 길이는 500 바이트, 스테이션의 수는 15개, 스테이션간의 거리는 2km, 각스테이션 버퍼의 크기는 무한용량, 버스의 전파속도는 초속 20만 km를 가지는 FDDI 네트워크를 대상으로 하였다. 그리고 제안한 파라미터 튜닝을 분석하기 위하여 다음과 같이 가정하였다.

- (1) 스테이션 i에서 동기 트래픽의 도착 분포는 포아송이고, 단일 버스와 단일 우선순위의 데이터만을 고려하였다.
- (2) 스테이션 i에서 비동기 트래픽의 도착 분포는 포아송이고, 단일 버스와 2개의 우선순위 데이터

를 고려하였다.

- (3) 통신망의 상태는 정상 상태를 고려하였다. 즉, 초기화 단계 또는 오류 복구과정은 고려하지 않았다.
- (4) 과부하 상태의 조건을 고려하였다.
- (5) 스테이션간의 거리는 동일하다.
- (6) 각 스테이션은 우선순위에별 단일 버퍼를 갖는다.

2. 시뮬레이션 결과

표 1과 표 2, 표 3은 TTRT와 네트워크의 성능을 실험하기위해 이용한 모델로서 각 클래스의 타이머 한계치를 나타내었다. 패킷의 길이가 500바이트이므로 100 Mbps의 FDDI 네트워크에서 한 패킷의 전송시간은 40 usec이다. 즉 1200 usec의 TTRT동안 30개의 동기, 비동기 패킷이 전송 가능하다.

표 1. TTRT 와 성능분석 모델 (CASE 1)

Table 1. TTRT and performance analysis model (CASE 1).

구분	SYNC		ASYNC(Level1)		ASYNC(Level2)	
C	400 usec	10	200 usec	5	200 usec	5
	800 usec	20	400 usec	10	400 usec	10
	1200 usec	30	600 usec	15	600 usec	15
A	2000 usec	50	1000 usec	25	1000 usec	25
S	4000 usec	60	1200 usec	30	1200 usec	30
E	4000 usec	100	2000 usec	50	2400 usec	50
1	8000 usec	200	4000 usec	100	4000 usec	100
	20000 usec	500	10000 usec	250	10000 usec	250
	40000 usec	1000	20000 usec	500	20000 usec	500

표 2. 비동기 한계치와 성능분석 모델 (CASE 2)

Table 2. Asynchronous threshold and performance analysis model (CASE 2).

구분	SYNC		ASYNC(Level1)		ASYNC(Level2)	
C	600 usec	15	560 usec	14	40 usec	1
	600 usec	15	520 usec	13	80 usec	2
A	600 usec	15	480 usec	12	120 usec	3
S	600 usec	15	440 usec	11	160 usec	4
E	600 usec	15	400 usec	10	200 usec	5
1	600 usec	15	360 usec	9	240 usec	6
	600 usec	15	320 usec	8	280 usec	7

CASE 1은 FDDI 네트워크의 성능에 가장 중요한 요소인 TTRT 실험 모델이다. TTRT의 값을 400 μ sec에서 80 ms까지 9단계로 바꾸어가며 실험하였다. CASE 2는 비동기 패킷의 한계치와 시스템 성능의 관계를 알아보기위한 실험 모델이다. 1200 μ sec동안 우선순위 1의 비동기 패킷의 한계치는 560 μ sec이고 우선순위 2의 비동기 패킷의 한계치는 40 μ sec 인 경우의 시험 모델로부터 320 μ sec와 280 μ sec

의 경우까지 9단계이다. CASE 2의 마지막 모델은 비동기 패킷의 한계치를 320 μ sec과 280 μ sec으로, 우선순위의 한계치 시간차이를 가장 작게한 모델이다.

표 3. 동기, 비동기 한계치와 성능분석 모델 (CASE 3)

Table 3. Synchronous, Asynchronous threshold and performance analysis model. (CASE 3)

구분	SYNC		ASYNC(Level1)		ASYNC(Level2)	
C	600 usec	15	400 usec	10	200 usec	5
	680 usec	17	360 usec	9	160 usec	4
A	760 usec	19	280 usec	7	160 usec	4
S	840 usec	21	240 usec	6	120 usec	3
E	920 usec	23	200 usec	5	80 usec	2
1	1000 usec	25	120 usec	3	80 usec	2
	1000 usec	27	80 usec	2	40 usec	1

CASE 2는 T_OPR을 1200 μ sec의 고정된 데이터를 가진 시뮬레이션 모델이다. 이것은 비동기 트래픽의 우선순위에만 관련된 것이기때문에 동기 트래픽에 미치는 영향을 나타내 주지는 못한다. CASE 3은 비동기 트래픽의 한계치를 가감하며 그 차이시간을 동기 트래픽의 서비스에 사용한 시뮬레이션 모델이다. 이 경우 비동기 트래픽의 타이머 한계치의 설정이 전체 네트워크에 미치는 영향을 자세히 분석 할 수 있다. 네트워크가 과부하가 아닐때에는 타이머 한계치나 T_OPR 등의 영향이 민감하게 나타나지 않지만 과부하일때는 전적으로 파라미터의 설정에 의해 성능이 좌우된다. 이러한 시뮬레이션을 통하여 타이머 한계치와 네트워크의 성능을 부하율에 따라 분석할수 있었다.

3. 네트워크의 성능과 TTRT의 관계

FDDI 네트워크에서 가장 중요한 파라미터는 TTRT이다. 특히 과부하 상태에서의 TTRT역할은 FDDI 네트워크의 성능을 좌우한다. 그림 2은 고정된 부하율을 가진 FDDI 네트워크에서 TTRT값의 변화에 따른 실험결과이다. 여기서 TTRT값을 400 μ sec에서 40 ms까지 변화 시켰다. TTRT가 커지면 동기 트래픽의 지연시간은 짧아지고 비동기 트래픽의 지연시간은 증가한다.

이는 동기트래픽의 서비스시간은 항상 일정하나 비동기 트래픽의 서비스시간은 네트워크의 부하와 타이머값에의해 제약을 받기 때문이다. 또 처리율은 동기 트래픽의 경우 거의 1에 가깝게 증가한다. 그림 4은 동기, 비동기 트래픽의 평균 지연시간이다. 즉, 네트워크에서 서비스되는 모든 트래픽의 전송 지연시간이다. TTRT가 증가하거나 감소하여도 네트워크의 전체 평균

지연시간은 거의 일정하다. TTRT의 설정은 네트워크의 초기화 과정에서 스테이션의 협상에 의해서 결정된다. TTRT가 커지면 동기 트래픽의 지연시간이나 처리율은 항상 되지만 비동기 트래픽의 지연시간이나 처리율은 저하된다. 부하상태에 따라서 적절한 값을 선택하는 것이 네트워크의 성능에 많은 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다.

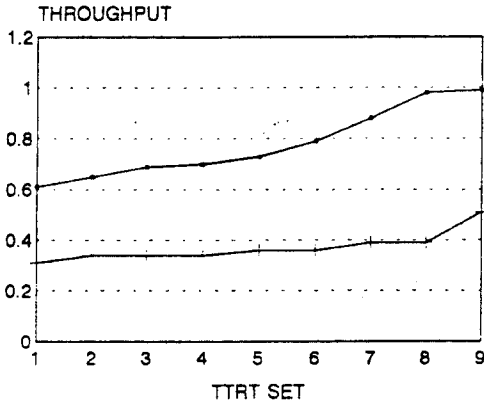


그림 2. TTRT 와 네트워크 처리율
Fig. 2. TTRT and Network throughput.

4. 타이머 한계치의 변화

타이머 한계치를 변화 시키는 방법에는 두가지가 있다. 첫째는 동기 트래픽의 서비스시간을 고정시키고 비동기 트래픽의 타이머값을 대칭적으로 변화 시켜가는 방법이다. 둘째는 동기 트래픽과 비동기 트래픽의 값을 같이 변화시키는 방법이다. 즉, 비동기 트래픽의 타이머값을 가감하여 동기 트래픽의 타이머값에 가감하는 것이다. 첫번째 방법은 비동기 트래픽의 여러 클래스간에 과부하 상태가 되어 우선순위가 높은 클래스의 비동기 트래픽을 우선 서비스 해야하는 경우 고정된 동기 서비스시간과 비동기 트래픽간의 서비스시간을 결정할때에 사용되고 두번째 방법은 동기 트래픽이 과부하상태일때 비동기 서비스시간을 제한하여 시간 제약 특성을 가진 동기 트래픽의 전송에 많은 시간을 할당하게하여 실시간성이 보장되게 하는 방법이다. 그림 3은 동기 트래픽의 서비스시간을 일정하게 하고 비동기 트래픽의 타이머 한계치를 우선순위 레벨에 따라 변화시켜 실험한 결과이다. TTRT는 1200 μsec 이다. 이 중에서 600 μsec 를 동기 트래픽의 서비스에 할당하고 나머지 600 μsec 를 비동기 트래픽에 할당하였다.

우선순위 레벨 1 비동기 트래픽의 서비스시간과 레벨 2 비동기 트래픽의 서비스 시간을 40 μsec 에서

560 μsec 까지 변화시켜 실험을 하였다. 그림에서 볼 수 있듯이 타이머 한계치의 선택으로 원하는 처리율의 네트워크의 성능을 튜닝 할 수 있었다.

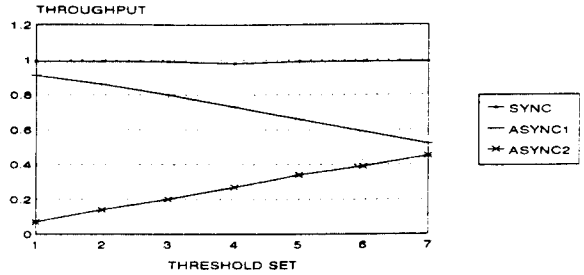


그림 3. 비동기 타이머 한계치 튜닝(처리율)
Fig. 3. Asynchronous timer threshold tuning. (Throughput)

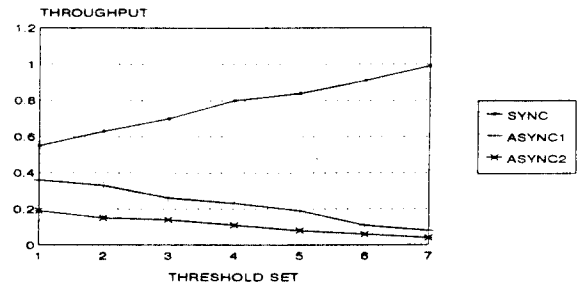


그림 4. 동기,비동기 타이머 한계치 튜닝(처리율)
Fig. 4. Synchronous, Asynchronous timer threshold tuning. (Throughput)

그림 4은 시스템이 과부하 상태일때 동기 트래픽의 서비스시간이 우선적으로 많이 할당 될 수 있도록 동기 트래픽과 비동기 트래픽의 서비스 할당시간을 모두 변화시킨 실험의 결과이다. 즉, 1200 μsec 의 TTRT 동안 동기 트래픽에는 600 μsec 에서 1080 μsec 까지 서비스 할당 시간을 조절하고 비동기 트래픽은 120 μsec 에서 600 μsec 까지 할당 하였다. 이러한 결과는 4장에서 제안한 파라미터 튜닝에 의한 네트워크의 처리율을 제어하는 방법과 일치한다. 즉, FDDI 네트워크의 고속 통신능력을 활용한 음성과 영상등의 실시간성 서비스에서 동기 트래픽의 서비스를 우선적으로 할당하고 비동기 트래픽의 서비스를 제한하는 일은 반드시 필요하다. 결과에서 본것같이 TTRT값의 범위내에서 각 클래스의 타이머 한계치를 튜닝함으로써 원하는 처리율과 서비스의 품질(QOS) 요구사항을 만족 시킬 수

있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 FDDI 네트워크에서 요구되는 처리율의 동기와 비동기 트래픽의 파라미터를 설정하는 수식과 알고리즘을 제시하였다. FDDI 네트워크에서 서비스 품질을 만족시키기 위해서는 동기 트래픽과 비동기 트래픽중 시간 제약성을 갖는 동기 트래픽이 우선적으로 전송 되어야 한다. 특히 네트워크가 과부하 상태인 경우 네트워크의 지연시간이나 처리율이 현저히 떨어지기 때문에 각 서비스 시간의 적절한 분배가 이루어지지 않을 경우 영상이나 음성등의 동기 트래픽은 실시간성의 통신이 이루어질 수 없다. 현재의 FDDI MAC 프로토콜인 TTR 프로토콜은 시스템의 초기화 과정에서 TTR값을 설정한후 부하의 상태에 따라 비동기 트래픽의 전송을 제한하는 방법으로 동기 트래픽의 실시간성을 보장하여 주고 있다. 그러나 8개의 우선순위를 가진 비동기 클래스의 선별 우선 전송은 TTR프로토콜로서는 불가능하다. 이를 해결하기 위해 각 클래스별 요구되는 동기와 비동기 트래픽의 처리율을 이용하여 그 처리율을 정확히 보장할 수 있는 타이머의 수치를 결정하는 간단하며 효과적인 방법을 제시하였다. 먼저 원하는 처리율과 기준 처리율의 비를 이용하여 처리율비(Throughput ratio)를 구한후 이 값과 동기 트래픽과 비동기 트래픽의 처리율, 링 레이턴시를 이용하여 각 클래스별의 타이머 한계치를 구한다. 각 스테이션은 동기나 비동기 트래픽의 전송시 각 클래스의 한계치까지 전송을 하게 되면 시스템은 실시간성의 동기 트래픽과 우선순위가 높은 비동기 트래픽을 서비스 품질(QOS)에 맞게 전송을 보장할 수 있게한다. 제안된 수식과 알고리즘의 우수성을 입증하기 위하여 SIMAN/UNIX 패키지를 이용하여 시뮬레이션 결과를 제시하였다. 적절한 타이머 한계치값에 의해 각 클래스의 전송을 제한 했을때 원하는 처리율과 지연시간의 성능을 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] Doug Dykeman and Werner Bux, "Analysis and Tuning of the FDDI Media Access Control Protocol", *IEEE Journal on Selected Areas in Comm.*, VOL.6, pp. 997-1010, Jul.1988.
- [2] Chong-chin Lu and Kuo-Yang Lin, "Delay

Time Analysis of FDDI Protocol", *IEEE INFOCOM '91*, pp.1440-1445,1991.

- [3] Michael Tangemann, "Timer Threshold Dimensioning and Overload Control", *IEEE INFOCOM '92*, pp.363-371,1992.
- [4] Werner Bux, "Local-Area Subnetworks:A Performance Comparison", *IEEE Transactions on Comm.*, Vol.COM-29, NO.10, pp.1465-1473, Oct.1981.
- [5] Kyungshin Kim, Moonsik Kang, Sangbae Lee, "Performance Analysis of the Modified Token Ring Protocol for High speed Networks", *Proc. of Joint Technical Conference on CSCC*, July 1992, pp.572-575.
- [6] Moonsik Kang, Kihyun Park, and Sangbae Lee, "A New Network Protocol: CDQR Protocol for High Speed Communication", *ICCS/ISITA Conference*, Nov.1992.
- [7] Fred Halsall, "Data Communications, Computer Networks, and OSI", Addison-Wesley Publishing Company, 1988.
- [8] William Stallings, "Handbook of Computer-Communications", vol. 2, Macmillian Publishing Company, 1987.
- [9] Manoel A. Rodrigues, "Evaluating performance of high speed multi access network", *IEEE Network Magazine*, May, 1990.
- [10] J.L.Hammond, Peter J.P.O' Reilly, "Performance Analysis of Local Computer Networks", Addison-Wesley Publishing Company, 1988.
- [11] Z.Tsai and I.Rubin, "Performance of Token Schemes Supporting Delay-Constrained Priority Traffic Streams", *IEEE Trans. on Comm.*, vol.38, no.11, pp 1994-2003, 1990.
- [12] P. Martini, O.spaniol, and T.welzel, "File transfer in High-speed Token Ring Networks:Performance Evaluation by Approximate Analysis and Simulation", *IEEE Journal on selected areas in Comm.*, vol.6, no.6, July 1988.

----- 저 자 소 개 -----

李 俊 豪(正會員)

1964年 3月 16日生. 1988年 2月 延世大學校 工科大
學校 電子工學科 卒業(工學士). 1990年 8月 延世大
學校 大學院 電子工學科 卒業(工學碩士). 1991年 3
일~現在 延世大學校 大學院 電子工學科 博士課程

宋 明 烈(正會員)

1963年 4月 27日生. 1985年 2月 延世大學校 電子工
學科 卒業(工學士). 1988年 2月 延世大學校 大學院
電子工學科 卒業(工學碩士). 1988年 3月~現在 延世
大學校 大學院 電子工學科 博士課程

李 相 培(正會員) 第31卷 A編 5號 참조.

1935年 1月 15日生. 1979年~現
在 延世大學校 電子工學科 教授

金 京 信(正會員)

1964年 2月 20日生. 1986年 2月 금오工大 電子工學科
卒業(工學士). 1993年 2月 延世大學校 大學院 電子工
學科 卒業(工學碩士). 1993年 3月~現在 陸軍本部 勤
務



姜 文 植(正會員)

1961年 1月 13日生. 1985年 2月
延世大學校 工科大學 電子工學科
卒業(工學士). 1988年 2月 延世大
學校 大學院 電子工學科 卒業(工學
碩士). 1993年 2月 延世大學校 大
學院 電子工學科 卒業(工學博士).

1986年 3月~1993年 2月 延世大學校 産業技術研究所
研究員. 1992年 7月~1992年 12月 韓國電子通信研究
所 委囑研究員. 1993年 3月~現在 江陵大學校 電子工
學科 助教授