

ATM-PON System 환경에서 매체접근제어 프로토콜의 설계

- Double Queue Tree based Algorithm

○
최 세라 *, 장 중욱 **

* 동의대학교 전자공학과, srchoi@hyomin.dongueui.ac.kr

** 동의대학교 컴퓨터공학과, jwjang@hyomin.dongueui.ac.kr

Design of Media Access Control protocol over ATM-PON System

- Double Queue Tree based Algorithm

○
Sera Choi *, Jong-Wook Jang**

*Dept. of Electronic Engineering , DongEui University, srchoi@hyomin.dongueui.ac.kr

**Dept. of Computer Engineering , DongEui University, jwjang@hyomin.dongueui.ac.kr

요 약

FSAN GX는 광대역 서비스를 제공하기에 적합한 ATM-PON 시스템을 경제적인 구축의 방법으로 설정하였다. 현재, 다수의 통신 사업자들은 가입자망 구조로서 ATM-PON 시스템 구조를 채택하고 있는 실정이다. ATM-PON 시스템의 상향에서는 멀티플렉싱이 발생한다. 그러므로 멀티플렉싱의 효과적인 지원을 위해서 매체접근제어 프로토콜이 구비되어야 한다. 실제로, 충돌 해결을 위한 알고리즘으로서 tree 알고리즘을 제안하는 많은 MAC 프로토콜 제안서가 있다[1,2,3,4]. 이 tree 알고리즘은 안정되고, 예측 가능하고, 실행 가능한 주요 장점을 제공한다. 그러나 이 알고리즘은 시간에 민감한 높은 우선 순위 트래픽이 들어올 경우에는 성능이 좋지 못하다.

이 논문에서는 ATM 환경의 멀티레벨 서비스를 지원하는데 유용한 새로운 DQT(Double Queue Tree based) 알고리즘을 제안한다. 그리고 알고리즘의 처리시간과 지연시간을 IEEE802.14에서 제안된 Tree 알고리즘과 비교하여 시뮬레이션 결과를 제시한다.

Abstract

FSAN GX has discussed on the cost-effective way to deploy the ATM-PON(Passive Optical Network) system that is suitable for providing broadband services. A common broadband PON applicable to many operators increases the world-wide market for the product. The MAC (Medium Access Control) protocol controls ONUs' (Optical Network Unit) access to the shared capacity on the PON, this protocol is very important if TDMA (Time Division Multiple Access) multiplexing is used on the upstream. In fact there is a relatively large number of MAC proposals mentioning IEEE802.14. The tree algorithm presents the main advantage of being stable, predictable and performant.

In this paper, we proposed a new contention resolution algorithm called DQT(Double Queue Tree based) which can support multi level service under practical environments. Simulations result show that channel utility and delay time are improved than other algorithms under practical environments.

Proposed DQT algorithm that using double queue consider priority consists of OLT control part and station part show us good simulation result compare to existing MAC algorithm.

1. 서론

FSAN GX는 광대역 서비스를 제공하기에 적합한 ATM-PON 시스템을 경제적인 구축의 방법으로 설정하였다. 일반적으로 다수의 통신망 사업자들이 적용가능한 광대역의 PON 관련 시스템 생산이 전 세계 시장에서 늘어나고 있는 실정이다.

PON 상의 가입자측에서 네트워크방향의 데이터 멀티플렉싱은 수동적으로 이루어진다. PON 시스템은 액세스 네트워크에 대해 서비스 전달 플랫폼의 탄력적인 미래 검증을 제공한다. PON은 음성과 같은 저속의 동기화 서비스에서부터 LAN 상호연결(interconnection)과 같은 가변적인 고속의 서

비스를 제공한다. 그러므로 PON 상에 필요한 매체접근 제어 프로토콜은 서비스의 성능에 영향을 미치지 않아야 한다. 즉, 어떠한 서비스도 플랫폼에 독립적으로 전달되어야 한다. ATM-PON 상의(MAC: Medium Access Control) 프로토콜은 PON 상의 공유된 용량에 대해 ONUs(Optical Network Unit)의 액세스를 제어한다. 이 프로토콜은 TDMA(Time Division Multiple Access) 멀티플렉싱이 상향(upstream)에 사용된다면 성능 결정의 중요한 요소가 된다. MAC 프로토콜은 상향전송(ONUs→OLT)과 하향전송(OLT→ONUs)을 제어할 목적으로 루트(또는 OLT: Optical Line Termination)와 각각의 ONUs에서 구현된다. MAC 프로토콜은 데이터 프레임, 대역할당, 대역요구, 상위 계층 트래픽의 지원 및 경쟁 해결(contention resolution) 알고리즘 등으로 구성되는데 이중, 경쟁 해결 알고리즘(contention resolution algorithm)은 MAC 프로토콜의 핵심 기능이기에 때문에 능률적이어야 한다.

실제로, 충돌 해결을 위한 알고리즘으로서 tree 알고리즘을 제안하는 많은 MAC 프로토콜 제안서가 있다[1,2,3,4]. 이 tree 알고리즘은 안정되고, 예측 가능하고, 실행 가능한 주요 장점을 제공한다. 그러나 이 알고리즘은 새로 도착한 트래픽이 시간에 민감한 time-sensitive 트래픽이라 할지라도 스택의 순서대로 처리되므로 이전에 들어온 트래픽이 완전히 처리될 때까지 기다려야 하는 단점을 가진다. 이러한 상황은 특히, 멀티미디어 트래픽의 환경을 지원하는 ATM-PON 환경에서 빈번히 발생하여 성능이 좋지 못한 결과를 가져다준다.

그러므로 본 논문에서, 시간에 민감한, 높은 우선 순위의 트래픽을 제공하는 DQT(Double Queue Tree based)라는 새로운 경쟁 해결 알고리즘을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 다음 절은 ATM-PON 시스템을 다루고, 그 다음은 제안되는 DQT 알고리즘을 설명한다. 그리고 PON MAC 프로토콜의 요구사항과 처리시간 및 대기시간에 대한 시뮬레이션 결과를 보인다.

2. ATM-PON

일반적인 광전송 기술로써 ATM-PON(Passive Optical Network)은 발전되어 왔다. 몇 가지의 서로 다른 프레임 구조가 제안되긴 했지만 공통적인 개념은 그림 1과 같다. 32 대까지의 ONUs(Optical network Units)는 성형 광 커플러를 통해 전화국의

OLT(Optical Line Terminal)에 연결된다. 이때 OLT는 요청된 서비스에 의존하는 다양한 선택적인 기능을 가진 ATM cross-connect 스위치 기능을 가진다. 가입자측의 ONU는 사용자의 요구에 따라 UNIs(User to Network Interfaces)의 집합을 제공한다. 이것은 ONUs가 실제로 제공된 UNI의 관점에서 많은 종류를 갖는다는 의미이다. 하향 ATM cell 들은 상향 ATM cell 들이 TDMA(Time Division Multiple Access)에 기초한 cell-by-cell로 전송되어지는 동안 모든 ONUs에게 브로드캐스트 되어진다.

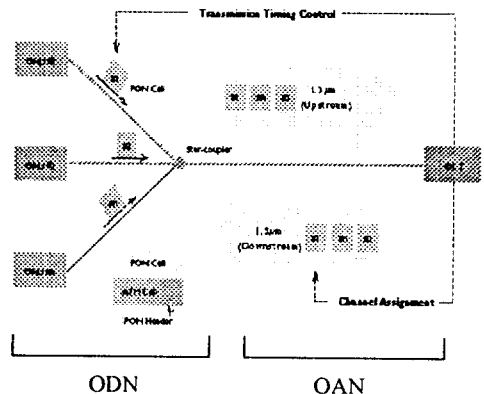


그림. 1 ATM-PON의 일반적인 구조

ODN은 수동 광 스플라이터에 기초한 광 분배 네트워크에 적용된다. OAN은 'V'와 'T' 참조점간의 시스템이다. OAN은 Q3 관리 인터페이스를 통해 하나의 요소로 관리되어진다.

프로토콜 참조 모델은 G.803/L326/G.982에서 physical media, section, path 그리고 circuit layer로 나누어진다. section layer는 1.321의 B-ISDN(Broadband-Integrated Services Digital Network)의 전송 수렴 부계층과 일치하는 PON 전송계층과 적응 부계층으로 나누어진다. PON 전송 부계층은 ODN상의 전송 요청 기능을 종결시킨다. PON의 특정한 기능은 PON 전송 부계층에 의해 종결되고, 적응 부계층에는 보이지 않는다.

155.52Mbps와 622.08Mbps 양쪽에 대한 하향 인터페이스 구조는 연속적인 타임슬롯의 스트림으로 구성되고, 각각의 타임 슬롯은 53 octets의 ATM cell 또는 PLOAM cell을 담고 있다.

28 번째 타임슬롯마다 PLOAM cell이 삽입된다. 하향 프레임은 155Mbps 경우, 56개의 슬롯동안 2개의 PLOAM cell을 포함한다. 622Mbps의 경우, 224 슬롯동안 8개의 PLOAM cell이 포함된다. 상향 프레임은 56byte의 타임슬롯 53개를 포함한다.

OLT는 하향 PLOAM cell에서 운반되는 승인(grant)을 통해 ATM cell을 전송하기 위해 ONU를 요청한다. 프로그램 가능한 전송률에서 OLT는 PLOAM cell 또는 RAU를 전송하기 위해 ONU를 요청한다. 상향 PLOAM의 전송속도는 PLOAM cell 포함되어 요구된 기능성에 의존한다. PLOAM cell들은 물리 계층의 OAM 정보를 운반하는데 사용된다. RAUs는 동적인 대역할당을 실현할 목적으로 OLT에 ONUs 큐의 상태를 전달하는데 사용된다. 이러한 RAUs의 사용은 선택적인 것이다.

3. PON MAC protocol의 요구사항

PON은 액세스 네트워크에 대해 서비스 전달 플랫폼의 탄력적인 미래 검증을 제공한다. PONs는 낮은 속도의 음성과 같은 동기화 서비스에서 LAN 상호연결과 같은 가변적인 고속의 서비스를 제공한다. 그러므로 제공되는 MAC 프로토콜은 서비스의 성능에 영향을 미치지 않아야 한다. 즉, 어떠한 서비스도 플랫폼에 독립적으로 전달되어야 한다.

MAC 프로토콜은 PON 용량이 공유되기 때문에 효율적이어야 한다. 능동 ONU에 대해 대역폭의 동적인 할당은 cell호 설정시 용량이 고정되어있을 때 보다 더 높은 효율을 가능케 한다. 그림 1에서, PON 기술은 다음 차례에 상향 데이터 전송이 허락될 ONUs를 결정하기 위해 ONUs가 상호간에 직접 통신하는 것을 허가하지 않는다. 그러므로 PON MAC 프로토콜은 중앙 집중화된 OLT(Optical Line Termination)에 의해 제어된다.

4. DQT 알고리즘

Tree 알고리즘과 다른 DQT(double Queue Tree) 알고리즘은 두개의 큐(queue)를 가지는데, 우선순위 큐(priority queue)와 일반 큐(normal queue)이다. 높은 우선순위를 가지는, 시간에 민감한 서비스 트래픽은 우선순위 큐에 저장되고 처리될때까지 기다린다. 데이터 트래픽과 같은 일반적인 트래픽은 일반 큐에 저장된다. 그리고 스테이션은 충돌 상태에서 FIFO 방식으로 처리된다.

DQT 알고리즘은 OLT 제어 알고리즘과 스테이션 전송 알고리즘으로 구성된다. 그림 2는 제안된 DQT 알고리즘 작업흐름을 나타낸다.

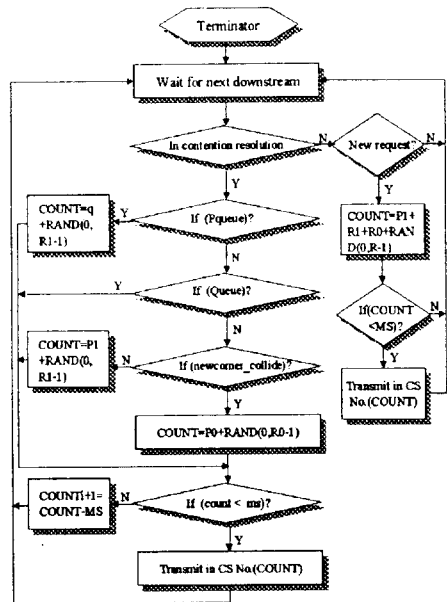


그림 2. DQT 알고리즘의 작업흐름

4.1 OLT 제어 알고리즘

OLT는 데이터 전송, 미시슬롯 요구와 결합중재 제어에 사용되는 슬롯을 할당한다. 다시 말해서, OLT는 데이터 슬롯(DS)과 첫 번째 블록에서 충분한 경쟁 슬롯(MS)을 할당한다. 그리고 스테이션으로부터 얻어진 경쟁 슬롯으로 $R_1, R_0, P_1, P_0, R, \max_COUNT$ 과 같은 파라미터 범위를 계산한다. 계산 후에 OLT는 모든 스테이션의 값을 브로드캐스트한다. 연결장치에 회부하는 다음 파라미터는 OLT에서 슬롯 할당을 위해 계산된다.

1. $R_1(n+1) = K_1 * col_1(n), K_1 = (e-1) / (e-2)$
2. $R_0(n+1) = K_0 * col_0(n), K_0 \approx 3 \text{ or } 4$
3. $P_1(n+1) = \max_COUNT(n)$
4. $P_0(n+1) = P_1(n+1) + R_1(n+1)$
5. $\max_COUNT(n+1) = \max\{R_0, P_1(n+1) + R_1(n+1) + R_0(n+1) - MS(n+1)\}$
6. $R(n+1) = \max\{\min\{N, R(n) - MS_n(n) + K_1 * col_0 + MS_n(n) / e\}, MS_n(n+1)\}$

- $MS(n)$: 프레임 n에서 경쟁 슬롯의 개수
- $MS_n(n)$: 프레임 n에서 새롭게 활성화된 스테이션을 위한 경쟁 슬롯의 개수
- $P1(n+1)$: $R1(n+1)$ 영역이 시작되는 경쟁 슬롯의 카운터 값
- $R1(n+1)$: $col1(n)$ 영역에서 충돌된 슬롯

- 을 해결하기 위해 필요한 경쟁 슬롯의 개수
- $P_0(n+1)$: $R_0(n+1)$ 영역이 시작되는 경쟁 슬롯의 카운터 값
- $R_0(n+1)$: $col_0(n)$ 영역에서 충돌된 슬롯을 해결하기 위해 필요한 경쟁 슬롯의 개수
- R : 새롭게 활성화된 스테이션들이 데이터 슬롯을 요구하기 위하여 필요한 경쟁슬롯의 개수
- max_COUNT : 큐에 존재하는 슬롯의 개수
- c : 2.71828...
- N : 스테이션의 최대 수
- col_1 : 새롭게 활성화된 스테이션의 메시지 전송영역에서 충돌이 발생한 슬롯의 개수
- col_0 : 경합중재 처리과정에서 충돌이 발생한 슬롯의 개수

4.2 스테이션 전송 알고리즘

스테이션 전송 알고리즘은 새로운 가입자를 위한 슬롯 할당 알고리즘과 충돌을 위한 경합 중재 알고리즘을 포함한다.

4.2.1 Newcomer 를 위한 슬롯할당 알고리즘
스테이션이 활성 또는 비활성일 때의 초기치

COUNT = $P_1+R_1+R_0+Random(0, \dots, R-1)$

- if (COUNT < MS) then
 - station transmits in CS number COUNT;
 - upon receiving feedback information:
 - if (did_not_collision) then done;
 - elseif (collide) go contention resolution algorithm;
- elseif (COUNT ≥ MS) then
 - station does not transmit in current block;
 - go newcomers algorithm;

4.2.2 충돌을 위한 경쟁해결 알고리즘

- if (newcomer_collision) then
 - set : COUNT ← $P_0 + Random(0, \dots, R_0-1)$;
 - elseif (contention_collide) then
 - if (Pqueue) then
 - COUNT ← $q + Random(0, \dots, R_1-1)$
 - elseif (Queue)
 - COUNT ← $P_1 + Random(0, \dots, R_1-1)$
- if (COUNT < MS) then
 - station transmit in CS number

COUNT;

- upon receiving feedback information;
 - if (did_not_collide) then done;
 - elseif (collide) go contention

resolution algorithm;

- elseif (COUNT > MS) then
 - station does not transmit in current block;
 - upon receiving feedback information;
 - set : COUNT ← COUNT - MS;

5. 시뮬레이션 결과

5.1 시뮬레이션 환경

우리는 tree-based[6], tree-queue[7]알고리즘, 그리고 DQT 알고리즘과 같은 세 알고리즘을 사용하여 시뮬레이션을 실행한다. 시뮬레이션 결과로 처리시간과 지연시간을 얻을 수 있는데, 처리시간은 스택이나 큐에 있는 트래픽이 완전히 처리될 때까지의 depth 길이를 의미한다. 그리고 지연시간은 스택이나 큐에 있는 트래픽이 완전히 처리될 때까지 기다린 시간을 의미한다.

표 1은 시뮬레이션 파라미터의 요약을 나타낸 것이다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

스테이션 수	32 (0-31)
스테이션간의 분포	균일하게 분포
분기 수	(1-10)
Count	분기수 + random (스테이션 수/분기 수)

5.2 시뮬레이션 결과

그림 3에서 보는바와 같이 처리시간은 다른 알고리즘과 비슷하게 나타남을 알 수 있다. elseif (collide)이다.

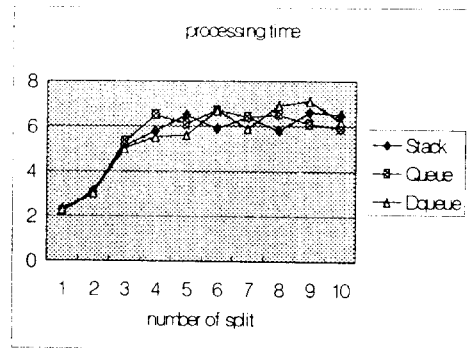


그림 3. 처리시간 결과

그림 4에서는 DQT 알고리즘이 다른 알고

리즘보다 지연시간이 짧음을 알 수 있다. 바꾸어 말하면, DQT 알고리즘은 다른 알고리즘에 비해 처리량이 좋음을 알 수 있다.

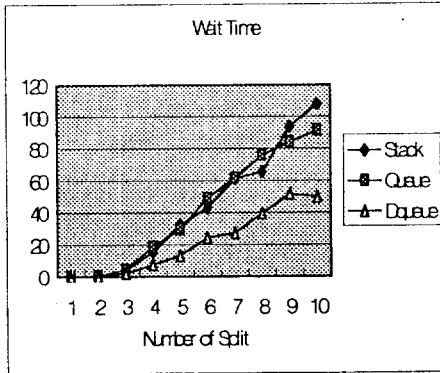


그림 4. 지연시간 결과

위의 시뮬레이션 결과를 통해 볼 때, DQT 알고리즘이 다른 알고리즘보다 좋은 성능을 가지며 ATM-PON 환경에 적합한 알고리즘임을 알 수 있다. 왜냐하면, 이것은 멀티 트래픽에 상응하는 멀티 큐를 가지기 때문이다.

6. 결론

MAC (Medium Access control) 프로토콜은 PON 상의 공유된 용량에 대해 ONUs' (Optical Network Unit)의 액세스를 제어한다.

ATM-PON 시스템의 상황에서는 멀티플렉싱이 발생한다. 그러므로 멀티플렉싱의 효과적인 자원을 위해서 매체접근제어 프로토콜이 구비되어야 한다.

이 논문에서는 ATM 환경의 멀티 레벨 서비스를 지원하는데 유용한 DQT 라는 새로운 알고리즘을 제안하였다. 그리고 알고리즘의 처리시간과 지연시간을 IEEE802.14 에서 제안된 tree 알고리즘과 비교하여 시뮬레이션을 하였다. 시뮬레이션 결과 처리시간과 지연시간이, 동일한 환경의 다른 알고리즘보다 더 나음을 알 수 있었다.

앞으로는, 여러 다양한 환경에서 시뮬레이션을 실행해볼 것이다.

참 고 문 헌

- [1] F. Koperda, "providing CBR Service over XDQRAP," working paper number 95-147 IEEE 802.14, 1995
- [2] LANcity, "A MAC Protocol Proposal for 802.14," working paper number 95-134, IEEE 802.14, 1995
- [3] R-F. Chiu, "Multimedia Transmission Link protocol, a proposal for the 802.14 MAC layer," working paper number 95-160, IEEE

802.14 1995

- [4] C. Bisdikian, "MLAP: A MAC Level Access Protocol for the HFC 802.14 Network," IEEE Commun. Mag., pp.114-120, March 1996
- [5] C. Bisdikian, "Performance Analysis of the Multi-slot n-ary Stack random Access algorithm(msSTART)," cont. no. IEEE 802.14-96/117 May, 1996
- [6] Bill McNeil, David Lin et al., "Implementation Overview of Tree-Based Algorithm," cont. no. IEEE 802.14-96/246, Nov. 1996
- [7] S.H. Yang, "Contention Resolution Algorithm for HFC Network," Proceedings of KICS, pp. 1059-1062, Nov. 1997