

# IP over ATM 망에서의 Early Packet Discarding 알고리즘

김석후<sup>\*0</sup>, 조태경<sup>\*\*</sup>, 채현석<sup>\*\*\*</sup>, 최명렬<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>한양대학교 전자전기제어계측공학과

<sup>\*\*</sup>한양사이버대학교 컴퓨터학과

<sup>\*\*\*</sup>동원대학 인터넷 정보과

(<sup>\*0</sup>kshoo, <sup>\*</sup>choimy)<sup>@asic.hanyang.ac.kr</sup>,

<sup>\*\*</sup>computer<sup>@hycu.ac.kr</sup>, <sup>\*\*\*</sup>hschae<sup>@tongwon.ac.kr</sup>

## Early Packet Discarding Algorithm in IP over ATM Network

Seok-Hoo Kim<sup>\*0</sup>, Tae-Kyung Cho<sup>\*\*</sup>, Hyun-Seok Chae<sup>\*\*\*</sup>, Myung-Ryul Choi<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Dept of EECI, Hanyang University

<sup>\*\*</sup>Dept of Computer Science, Hanyang Cyber University

<sup>\*\*\*</sup>Dept of internet & information retrieval, Tongwon College

### 요 약

본 논문에서는 기존의 셀 폐기 알고리즘인 PPD, EPD, EPD<sup>+</sup>에 대하여 분석하였고 기존의 패킷 폐기 알고리즘에서 발생하는 불필요한 셀의 전송 및 대역폭의 낭비를 방지하여 IP 패킷 전송 성능을 향상시킨 Selective EPD 알고리즘을 제안하였다. 또한 기존 셀 폐기 알고리즘인 EPD<sup>+</sup>와 Selective EPD의 성능을 비교 분석하여 Selective EPD가 EPD<sup>+</sup>에 비하여 배드풋을 감소시켜 대역폭의 효율성을 극대화함을 보였다.

### 1. 서론

현재 음성, 영상, 데이터 등 기존의 미디어들이 통합된 멀티미디어 시대가 급속히 펼쳐지고 있다. 인터넷 등에 의해 문자나 영상을 이용한 커뮤니케이션과 전자 도서관과 같은 정보검색 서비스가 일반화되었으며, VOD (Video On Demand) 등의 방송형 서비스, 원격 의료 또는 원격 교육 등과 같은 서비스가 실용화되어 이용되고 있다. 이와 더불어 멀티미디어 통신 서비스를 제공하는 네트워크에 대한 이용자들의 요구가 한층 높아지고 있다.

ATM (Asynchronous Transfer Mode)은 하드웨어를 이용하여 고속으로 대용량의 멀티미디어 데이터를 전송하는데 효과적이고, QoS (Quality of Service) 요구에 따른 전송제어가 가능하여 이용자의 요구를 충족시켜주기에 적합하다.

IP over ATM 망에서 IP 패킷은 여러 개의 ATM 셀로 나뉘어져 전송될 때 IP 패킷에 속한 하나 또는

그 이상의 ATM 셀이 손실될 경우 손실된 셀과 관계된 IP 패킷 전체가 손상된다. 손실된 셀과 같은 세그먼트의 셀들이 전송될 경우 망의 대역폭과 버퍼 공간의 낭비를 초래한다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 다양한 셀 폐기 정책이 연구되어 왔다. 기존의 패킷 폐기 정책에 관한 대표적인 알고리즘으로는 PPD(Partial Packet Discard)과 EPD(Early Packet Discard), EPD<sup>+</sup>, RED(Random Early Detect)등의 알고리즘이 있다.

본 논문에서는 기존의 패킷 폐기 알고리즘을 분석하였다. 또한 기존의 셀 폐기 알고리즘인 EPD 알고리즘을 보완한 Selective EPD 알고리즘을 제안하고, 기존 셀 폐기 알고리즘과 비교분석 하였다.

### 2. 기존의 패킷 폐기 알고리즘

기존의 패킷 폐기 알고리즘에는 PPD, EPD, EPD<sup>+</sup>, RED 등이 있다. 이들 알고리즘은 ATM 망

에서 셀이 손실된 경우 손실된 셀과 같은 세그먼트의 셀들을 전송하는 것은 대역폭의 낭비를 방지하기 위한 알고리즘이다. 본 논문에서는 이 중에서 PPD, EPD, EPD+ 알고리즘에 대하여 알아보기로 한다.

**2.1 PPD (Partial Packet Discard)**

PPD는 그림1에서와 같이 하나의 셀 폐기가 일어난 시점으로부터 이후에 유입되는 셀들의 VC (Virtual Channel)와 AUU(ATM layer User to User) 필드를 검사하여 폐기된 셀이 속한 프레임의 셀이 유입되면 그 셀들을 모두 폐기한다. 셀 폐기는 EOP(End Of Packet) 셀이 도착할 때까지 계속되며 EOP 셀은 프레임간의 경계를 구분하기 위하여 그대로 전송시킨다. 이러한 제어를 통하여 불필요한 셀의 전송을 감소시켜 대역폭의 낭비 방지한다.

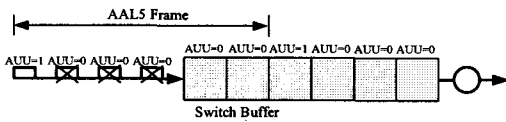


그림 1. PPD 알고리즘

**2.2 EPD (Early Packet Discard)**

PPD는 하나의 패킷을 전송 중 셀 폐기가 일어난 시점부터 이후 셀을 폐기하는 동작은 패킷을 손상시켜 배드풋을 발생시켜 대역폭의 낭비를 가져온다.

이와 같은 불필요한 셀의 전송으로 인한 대역폭의 낭비를 막기 위한 알고리즘이 EPD이다. EPD는 사전에 셀을 폐기하여 불필요한 셀의 전송으로 인한 배드풋(badput) 발생 및 대역폭의 낭비를 방지한다.

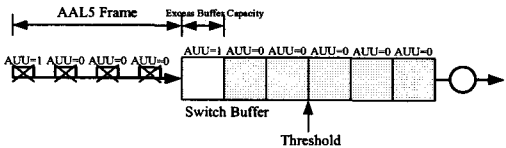


그림 2. EPD 알고리즘

EPD 알고리즘은 그림2에서와 같이 큐(Queue)의 길이가 임계값(threshold) 값보다 작은 경우에는 시작 셀을 수락하고 큐의 길이가 임계값 값보다 큰 경

우에는 시작 셀과 관련된 이후의 셀을 폐기하는 알고리즘이다. EPD 알고리즘을 적용하기 위해서는 PPD에서 필요한 각 상태 정보 뿐 아니라 버퍼내의 버퍼의 크기를 감시하는 기능이 있어야 한다.

그림3은 임계값1, 임계값2, 두 개의 임계값을 사용한 EPD+ 알고리즘으로서 임계값1을 적용했을 때의 셀 폐기 과정을 보여준다. 앞에서 설명한 EPD 알고리즘과 기본적인 동작은 동일하나 수락된 패킷의 수에 따라 임계값1과 임계값2 가운데 하나를 선택적으로 적용하는 점이 다르다.

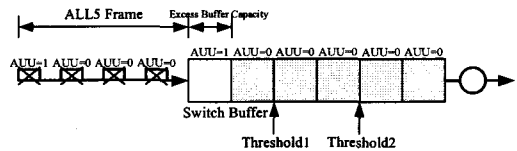


그림 3. EPD+ 알고리즘

표1은 셀의 수락여부를 판단하기 위한 임계값을 결정하는 알고리즘을 보여준다.

현재 수락된 포트의 수를  $K$ , 타임슬롯당 버퍼로부터 출력되는 셀의 수를  $\mu$ , 큐의 길이를  $Q$ 라고 할 때,

표 1. EPD+ 알고리즘

$K \leq \mu$	모든 패킷을 수락
$K = \mu + 1$	if ( $Q \leq Th1$ ) : 수락
$K \geq \mu + 2$	if ( $Q \leq Th2$ ) : 수락
$K$ : 수락된 포트의 수 $\mu$ : 타임슬롯당 버퍼로부터 출력되는 셀의 수 $Q$ : 큐의 길이	

이러한 EPD+ 알고리즘은 임계값 선택에 있어서 드롭 가능성(Drop Probability)에 따라 다른 임계값을 적용한다.  $K = \mu + 1$ 인 경우는 셀의 드롭 확률이 낮으므로 임계값1을 적용하여 수락 여부를 판단하고,  $K \geq \mu + 2$ 인 경우는 셀의 드롭 확률이 높으므로 임계값2를 적용하여 수락 여부를 판단한다. EPD+는 불필요한 하나의 임계값을 사용하는 EPD에서 발생하는 배드풋을 더욱 감소시켜 성능을 향상시킨다.

4. 제안한 Selective EPD(Early Packet Discard)

EPD<sup>+</sup>는 셀 수락 조건을 만족하는 특정 타임슬롯에서 여러 개의 시작 셀이 동시에 도착하는 경우에 모든 시작 셀을 수락하여 이후 타임슬롯에서 수락 패킷의 연속된 셀의 드롭이 발생한다. 이러한 불필요한 셀의 전송은 배드풋을 발생시켜 패킷 전체가 폐기되는 결과를 가져온다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 Selective EPD 알고리즘을 제안한다. 제안한 Selective EPD 알고리즘은 큐의 길이가 셀의 수락 조건을 만족할 때 모든 시작 셀을 수락하지 않고, 알고리즘에 의해 수락 셀의 수를 결정하고 제한적으로 수락한다.

표2는 제안한 Selective EPD에서 현재 수락된 포트의 수 ( $K$ ), 타임슬롯당 버퍼로부터 출력되는 셀의 수 ( $\mu$ ), 큐의 길이 ( $Q$ )에 따라 임계값의 결정 및 결정된 임계값에 따른 수락 가능한 셀 수를 계산하는 알고리즘이다.

표 2. Selective EPD 알고리즘

$K \leq \mu$	모든 패킷을 수락
$K = \mu + 1$	if ( $Q \leq Th1$ ) : $L_1/2$ 의 패킷 수락
$K \geq \mu + 2$	if ( $Q \leq Th2$ ) : $L_2/2$ 의 패킷 수락
$K$ : 수락된 포트의 수	
$\mu$ : 타임슬롯당 버퍼로부터 출력되는 셀의 수	
$Q$ : 큐의 길이	

그림4와 같이 Selective EPD 알고리즘은 큐의 길이가 수락 조건을 만족할 때 세 개의 시작 셀이 동시에 도착한 경우 표2의 수식에 의해서 수락 셀의 수 ( $L_1/2$ )를 계산하여 하나의 시작 셀 만을 수락하고 두 개의 셀은 폐기한다. 그리고 폐기된 셀의 연속된 셀도 폐기된다.

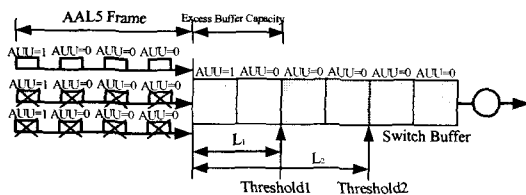


그림 4. Selective EPD 알고리즘

Selective EPD 알고리즘은 수락 셀의 수를 제한하여 EPD<sup>+</sup>에서 발생했던 불필요한 셀의 전송으로 모든 패킷을 폐기되던 문제점 개선하여 패킷 전송 성능을 향상시킨다.

5. EPD<sup>+</sup>와 Selective EPD 비교분석

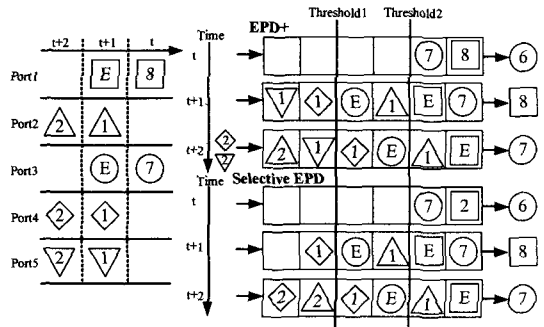


그림 5. EPD<sup>+</sup>와 Selective EPD 비교

EPD<sup>+</sup>와 Selective EPD의 동작을 도식화하여 분석하면 그림5와 같다. 그림5는 타임슬롯에 따른 EPD<sup>+</sup>와 Selective EPD의 셀 폐기 과정을 보여준다.

EPD<sup>+</sup>는  $t+2$ 에서 도착한 세 개의 시작 셀을 모두 수락하여  $t+3$ 에서 Port 4, 5의 셀 드롭을 발생한다. 이 두 셀의 드롭으로 이전 타임슬롯에서 전송했던 셀들이 불필요한 셀이 되고 결국 두개의 패킷이 폐기된다.

Selective EPD는  $t+2$ 에서 세 개의 시작 셀이 도착했을 때 Selective EPD 알고리즘에 의해서 수락 셀의 수를 두 개로 제한하여 불필요한 셀의 전송을 방지하고 두 개의 패킷을 성공적으로 전송한다.

6. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 기존의 패킷 폐기 알고리즘인 PPD, EPD, EPD<sup>+</sup>에 요약 정리 하였고, 기존의 패킷 폐기 알고리즘에서 발생하는 불필요한 셀의 전송으로 인한 배드풋의 발생을 방지하였다. 결과적으로 대역폭을 보다 효율적으로 사용할 수 있게 하여 IP 패킷 전송 성능을 향상시킨 Selective EPD 알고리즘을 제안하였다. 그리고 기존의 알고리즘 가운데 가장 좋은 성능을 갖는 EPD<sup>+</sup> 알고리즘과의 비교

분석을 통해 Selective EPD 알고리즘이 기존의 EPD+에 비하여 배드풋을 감소시켜 대역폭의 효율성을 극대화함을 보였다.

현재 Selective EPD 알고리즘을 시뮬레이션 하기 위한 환경을 설계하고 있으며, 향후 연구 방향은 보다 체계적인 시뮬레이션을 통하여 Selective EPD의 성능을 분석할 계획이다.

#### 참고문헌

- [1] Yutaka Arakawa, Yuuji Akiyama, Kenji, Sankamoto, Yoshiyuki Nishino, Iwao Sasase. "Port Selected Packet Discarding scheme in ATM Networks" , 2001. IEEE.
- [2] Aly E. El-Abd, Mohamed A. Mostafa. "Improving TCP Performance over ATM UBR Service Using Modified Selective Drop Buffer Management Scheme". 2000. IEEE
- [3] Aly E. El-Abd, Mohamed A. Mostafa. "Improving TCP Performance Over ATM-UBR Using A New Packet Discard Scheme". 2000. IEEE.
- [4] Kangsik Cheon, Shivendra S. Panwar, "Early Selective Packet Discard for Alternating Resource Access of TCP over ATM-UBR". 1997. IEEE.
- [5] Hong-Bin Chiou, Zsehong Tsai. "Performance of ATM Switches with Age Priority Packet Discard -ing under ON-OFF Source Model". 1998. IEEE.