

멀티미디어 서비스 품질의 전송 효율성 향상을 위한 연구

문 호 선, 하 동 문, 김 용 득

아주대학교 전자공학부

전화 : 031-219-2372 / 핸드폰 : 017-315-3501

A Study on the Improvement of Transmission Efficiency for Multimedia Service Quality

Ho Sun Moon, Dong Mun Ha, Yong Deak Kim
School of Electronics Eng., Ajou University
E-mail : who@comnet.ajou.ac.kr

Abstract

In this paper while a router is routing all packet to the next hop, it inspects whether there is congestion on this current hop router or not and if the router discovers that it has some congestion, it informs that the packet is experienced to congestion. The packet arrived to next hop including some information about the congestion is processed first and it has wider bandwidth than another packet.

The amount of congestion is recorded to the DS field of IP header by congestion experience level. In the next hop when the packet including the congestion information is routed, the standard packet dropping ratio of the current router is changed in proportion to congestion experience that is recorded in IP header on of that. When the packet that has experienced congestion before is arrived, the router extends the drop threshold value not to drop the packet. It mean that transferring the audio or video stream, if the packet is already experienced the congestion in another hop, the router can provide the better service quality about 15~25% than another.

I. 서론

멀티미디어 서비스의 적용에 따라 화상 전송과 같은 넓은 대역폭을 요구하는 서비스, 특히 영상, 방송과 같은 높은 대역폭과 실시간 전송을 요구하는 서비스가 급증하고 있지만 기존의 인터넷은 최대노력이라 불리는 단일 서비스만을 제공하며 서비스의 품질에 대한 고려는 미흡하다. 즉 Ipv4에서는 패킷의 헤더 중 여러 종류의 서비스 클래스를 지원할 수 있는 서비스 타입(TOS)이라는 8비트 필드가 규정되어 있지만, 많이 사용되지 않는다. 서비스의 품질을 고려하지 않은 경우에는 패킷을 빨리 처리할 수 있는 장점이 있지만 데이터 전송의 지연을

보장해 줄 수는 없다. 즉 기존의 인터넷으로는 서비스 품질보증을 할 수 없다는 것이다.

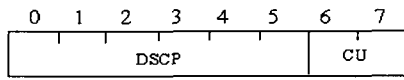
따라서 실시간 통신을 요하는 응용들을 위해서 RTP/RTCP 프로토콜이 개발되었다. RTP는 멀티미디어 데이터를 전송하고 RTCP는 서비스 품질보증을 제공하기 위한 손실률, 지연변화, 순서 번호, 타이밍 및 소스 정보 등의 정보를 포함하고 있다. 또한 IETF 연구 그룹을 중심으로 IP 패킷 전달 방식에 대한 연구가 진행중이며 IP 헤더내의 TOS 필드를 DS 필드로 대체하는 표준안이 완성되었다.

본 논문에서는 현재 서비스 품질보증을 위한 연구의 진행상황을 점검해보고, 현 상황에서 서비스 품질을 보장하고 여러 응용의 차별화된 전송을 위하여 IP 헤더내의 DS 필드를 이용한 RED 알고리즘의 적용으로 실시간 통신을 지원하는 모델을 제안한다.

II. 이론적인 연구

TOS 비트는 트래픽 타입 정보를 라우터에 제공하는 기능을 하는데, 이로 인해 라우터가 같은 홉 수를 가지지만 미디어 타입이 다른 경로가 있을 때 보다 효율적인 경로를 택할 수 있도록 해준다.

현재 표준안에는, TOS의 우선순위 필드가 확실하게 정의되어 있지 않다. 따라서 TOS 바이트는 점대점서비스를 제공하기에는 적당하지가 않다. 따라서 차세대 인터넷 연구그룹은 이 바이트에 대해 새롭게 정의하고 이것을 DS 필드로 재명 하였다. DS필드 레이어아웃은 그림 1. 과 같다.



DSCP : DS Codepoint

CU : Currently Unused

그림 1. DS 필드(바이트)

DS 필드에서 6비트는 DSCP(differentiated services code point)로 되어있다. 이 부분에 할당되는 집합 분류를 코드 포인트라고 한다. 이 6비트 중 일부는 점대점 동작을 위해 사용되며, 그리고 또 다른 부분은 도메인의 특성에 따른 서비스를 제공하거나 또는 새로운 것에 대한 실험을 하기 위해 남겨져 있다. 그리고 DS 필드의 나머지 2비트는 현재는 사용되지 않으며 앞으로의 사용을 위해 남겨져 있다.

RED(Random Early Detection) 알고리즘은 라우터 큐 관리 기법중에서 가장 타당한 방법으로 여겨지고 있는 방법으로서, 일정한 한계값을 두어 평균 큐 길이가 이것을 넘으면 패킷 폐기확률을 구하여 임의로 폐기하는 방법이다.

Avg(Average Queue Length)를 계산해서 THmax(Maximum Threshold)보다 클 경우는 큐에 도착하는 모든 패킷을 폐기하고, THmin (Minimum Threshold)보다 작을 때는 패킷을 폐기하지 않는다. Avg가 THmax 와 THmin 사이에 있는 경우는 도착하는 패킷을 Avg의 함수인 폐기확률(Discard Probability - 이후 P_a 로 표기)로 폐기한다.

```

For each packet arrival
  calculate the average queue size Avg
  if THmin <= Avg < THmax
    calculate probability Pa
    with probability Pa :
      discard the arriving packet
  else if THmax <= Avg
    discard the arriving packet
    
```

그림 2. 일반적인 RED 알고리즘

III. 제안하는 RED 알고리즘

혼잡을 겪은 RTP 전송의 패킷이나 TCP 연결의 패킷은 RED 알고리즘 적용 시 폐기될 확률이 동일하게 적용이 되어서는 안되고, 보통의 패킷보다 우선권을 주어 목적지까지 반드시 도착할 수 있도록 해야 한다.

따라서 본 논문에서는 IP 패킷의 헤더에서 재정의 되어있는 TOS필드(DS필드)에 혼잡 경험 단계(CEN:Congestion Experience Notification)를 표시하여 혼잡

에 대한 경험정도를 나타내고 이에 따라 현재 패킷의 폐기여부를 결정한다.

기존의 RED 알고리즘에서는 패킷이 도착할 때마다 큐의 평균값을 계산하고, 이것을 최소값과 최대값에 비교하여 패킷을 처리한다. 패킷이 도착했을 때 계산된 평균값이 최소값보다 작으면 무조건 통과시키고 최대값보다 크면 도착하는 모든 패킷을 폐기시킨다. 그리고 평균값이 최소값과 최대값 사이에 있을 때는 확률 P_a 를 계산하여 그것에 따라 폐기하게 된다.

본 논문에서는 이러한 RED 알고리즘을 수정하여 RTP를 이용한 실시간 전송에 적합한 방안을 제안한다.

| GEG | CU 필드 |
|---------|-------|
| 0 Grade | 00 |
| 1 Grade | 01 |
| 2 Grade | 10 |
| 3 Grade | 11 |

표 1. 혼잡 경험 단계별 CU 비트 값

본 논문에서도 CU 필드의 두 비트를 CEN의 표기 방법으로 제안한다.

표 1 에서 보듯이 CEN 에 따라 CU 필드의 값을 다르게 할당하였다. 이 CU 필드 역시 큐의 Avg가 THnew보다 클 경우에 현재 단계에서 다음 단계로 올린다. 패킷의 시작단계에서는 CU 의 값을 '00'으로 시작한다. 그러나 중간 노드에서 혼잡이 발생하게 되면 CU 필드는 '01'로 바뀌게 되고 다음 홉의 라우터는 CU 필드의 값을 보고 혼잡의 경험이 있음을 알고 더 많은 대역폭과 높은 처리 우선순위를 두게 된다.

이와 같이 하며, 혼잡 경험 정보를 이용하기 위하여 RED 알고리즘을 수정하면 다음과 같다.

패킷이 도착하면 중간 노드는 CEN을 확인하여 혼잡 경험 정도를 파악한다. 그리고 CEN에 따라 RED 알고리즘을 패킷마다 다르게 적용한다. Avg가 THmin보다 작은 경우나 THmax보다 큰 경우는 CEN에 상관없이 도착하는 모든 패킷을 받아들이거나 폐기한다. 하지만 Avg가 THmin과 THmax사이에 있어 패킷 폐기가 확률 P_a 에 의해서 이루어질 때는 다르다. P_a 는 아래의 식을 이용하여 구한다. 이때 P_{max} 에 따라서 P_a 가 조절됨을 알 수 있다. 따라서 혼잡을 덜 겪어서 CEN이 낮은 패킷은 P_{max} 를 크게 적용, 혼잡을 겪어 CEN이 높은 패킷은 P_{max} 를 작게 하여 P_a 를 구할 수 있다. 이것은 혼잡을 겪은 패킷을 상대적으로 보호하여 해당 RTP 전송상의 처리률을 개선하게 한다.

$$P_b \leftarrow P_{max} \left\{ \frac{(Avg - TH_{min})}{(TH_{max} - TH_{min})} \right\}$$

$$P_a \leftarrow \frac{P_b}{1 - count \cdot P_b}$$

P_{max_x} 를 CEN 이 x 단계인 패킷에 적용하는 P_{max} 라고 한다면 다음과 같이 적용된다.

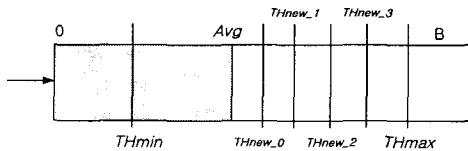
$$P_{max_0} > P_{max_1} > P_{max_2} > P_{max_3}$$

현재 사용할 수 있는 DS 서브필드에 의한 CEN 은 다음과 같이 4단계로 처리한다.

기존의 RED 알고리즘에서 TH_{max} 와 TH_{min} 의 간격은 충분히 크게 한다. 그 사이에 TH_{new} 를 하나 설정하고 중간 노드에서 Avg 가 이 값을 넘을 때 CEN 을 한 단계 높인다. 그리고 다음 노드에서 CEN 에 따라 P_{max} 를 다르게 하여 RED 알고리즘을 적용함으로써 혼잡을 겪은 패킷을 상대적으로 보호하여 RTP 전송간의 처리율을 개선할 수 있다.

그러나 TH_{max} 와 TH_{min} 사이에 TH_{new} 를 하나만 설정할 경우 Avg 가 TH_{new} 보다 약간 클때와 많이 클때를 동일한 정도의 혼잡으로 인식한다. 따라서 정확한 네트워크의 혼잡 정보를 파악하기 어렵다는 문제가 있다.

이처럼 단일 TH_{new} 를 사용할 경우에는 혼잡 정도까지는 파악할 수 없다는 단점이 있다. 이것을 보완하기 위해 TH_{new} 를 그림 3의 네 단계 중에서 두 단계 만을 설정한다.



- B : Buffer size
- Avg : Average Queue Length
- THmin : Minimum Threshold
- THmax : Maximum Threshold
- THnew_0 : New Threshold Level 0
- THnew_1 : New Threshold Level 1
- THnew_2 : New Threshold Level 2
- THnew_3 : New Threshold Level 3

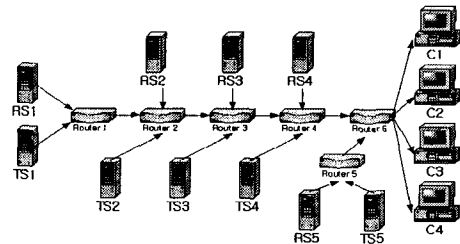
그림 3. 사중 TH_{new}

본 논문에서는 이 사중 TH_{new} 를 가지고 시뮬레이션을 수행하였다.

V. 시뮬레이션 실험

앞장에서 혼잡을 겪은 패킷을 혼잡 경험 정보(CEN)에 의해 상대적으로 보호해 줌으로써 RTP 전송상의 전송률을 개선하는 방안을 제시하였다. 본 장에서는 제안된 방안의 타당성을 검증하기 위해 ns 시뮬레이터를 사용하여 모의실험을 수행하였다.

본 실험에 사용된 네트워크의 구성은 그림 3 과 같다. 각각의 라우터(R1, R2, R3, R4)는 TH_{new} 를 조금 넘는 정도로 비교적 혼잡이 덜하도록 환경을 조성하였고, 라우터_6(R6)는 전혀 혼잡이 일어나지 않도록 설정하였다.



- RS # : RTP를 이용한 데이터 전송 서버
- TS # : TCP를 이용한 데이터 전송 서버
- Router # : 라우터 번호
- C # : 데이터를 받는 클라이언트 컴퓨터

그림 4. 모의실험 망 구성

실험 결과의 측정은 라우터6(R6)를 통과하는 모든 트래픽을 측정하였고 이를 시간에 따른 전송상태로 나타내었다. 모든 실험 결과는 30회의 반복 실험의 데이터를 가지고 평균값을 구하여 나타내었고 평균값에 가장 유사한 결과를 나타내는 실험치에 대한 결과를 그래프로 나타내었다.

| | Original RED | One Thresh RED | Double Thresh RED | Quadruple Thresh RED |
|-------------|--------------|----------------|-------------------|----------------------|
| TS4, TS5 | 753 | 1,061 | 1,361 | 1,288 |
| TS3 | 2,422 | 2,004 | 1,551 | 1,506 |
| TS2 | 1,224 | 1,442 | 1,206 | 1,324 |
| TS1 | 726 | 1,079 | 816 | 1,107 |
| RS4, RS5 | 1,399 | 1,582 | 1,703 | 1,715 |
| RS3 | 2,116 | 1,903 | 1,802 | 1,806 |
| RS2 | 1,881 | 1,756 | 1,774 | 1,745 |
| RS1 | 1,349 | 1,456 | 1,534 | 1,589 |
| TS 합계 | 5,125 | 5,586 | 4,934 | 5,225 |
| RS 합계 | 6,745 | 6,697 | 6,813 | 6,855 |
| 총 도착 패킷의 합계 | 11,870 | 12,283 | 11,747 | 12,080 |

표 2. 도착된 패킷의 수

본 실험 결과를 수치적으로 살펴보면 표 2와 같으며 RTP 전송의 각 채널을 살펴보면 혼잡을 경험한 RS1, RS2, RS4에서 전송한 패킷은 도착률이 증가하고, 혼잡을 경험하지 않은 RS3에서 전송한 패킷은 도착률이 감소함을 볼 수 있다. RS4와 RS3를 비교하여 설명하면,

RS4의 경우 도착한 패킷의 수가 수정 전에는 1399개 였으나 수정 후에는 1582, 1703, 1715개로 증가하며 RS3의 경우에는 수정 전에는 2116개 였으나 수정 후에는 1903, 1802, 1806개로 감소함을 볼 수 있다.

| | Original RED | One Thresh RED | Double Thresh RED | Quadruple Thresh RED |
|----------|--------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| TS4, TS5 | 0.147 | 0.190 | 0.276 | 0.247 |
| TS3 | 0.473 | 0.359 | 0.314 | 0.288 |
| TS2 | 0.239 | 0.258 | 0.244 | 0.253 |
| TS1 | 0.142 | 0.193 | 0.165 | 0.212 |
| RS4, RS5 | 0.207 | 0.236 | 0.250 | 0.250 |
| RS3 | 0.314 | 0.284 | 0.264 | 0.263 |
| RS2 | 0.279 | 0.262 | 0.260 | 0.255 |
| RS1 | 0.200 | 0.217 | 0.225 | 0.232 |

표 3. 패킷의 도착률

표 3은 각 서버의 전송 상태별 패킷의 도착률을 나타 내었다. 수정전의 RED보다 수정후의 RED가 각 전송 간의 패킷 도착률이 일정해지는 것을 볼 수 있다.

본 논문에서 제안한 방법을 적용하였을 경우 RS4의 경우를 보면, 적용 전에는 1399개의 패킷이 도착하였고, 수정 적용 후에는 1582에서 1715개의 패킷이 도착하였 다. 이를 이용하여 대역폭의 증가율을 계산하면 다음과 같다.

$$\frac{1582 - 1399}{1399} \times 100 = 13.08\%$$

$$\frac{1715 - 1399}{1399} \times 100 = 22.59\%$$

RTP 전송에서 각 채널의 대역폭을 유지하게 됨으로 서 서비스의 품질을 13.1%에서 22.6% 정도 개선하였다.

VI. 결론

멀티미디어 서비스의 보다 원활한 데이터 전송을 위 하여 처리율을 극대화하고, 지연을 최소화하며 각 연결 들 간의 일정한 대역폭을 보장해야 한다.

본 논문에서 RTP를 이용하여 멀티미디어 데이터를 전송하고 중간노드에서는 서비스의 품질을 위하여 RED 알고리즘을 수정하여 적용하였다. 해당 RTP 연결이 혼 잡을 경험하게 되면 패킷에 혼잡의 경험치를 기록하였 고 중간노드에서는 혼잡의 경험정도에 따라 패킷의 대 역폭을 더 할당하여 수신 호스트까지 전송하였다. 이렇 게 함으로써 혼잡을 겪은 RTP 연결의 처리율을 증가시 켜 혼잡을 겪지 않은 연결들과 처리율을 유사하게 하여 해당 연결의 대역폭을 증가시켰다.

본 논문에서 제시한 RED 알고리즘은 차세대 인터넷 에서 구현될 차별화된 서비스에 매우 다양하게 활용될 수 있을 것이다.

VII. 참고문헌

- [1] 홍석원, 장재준, "http://www.netmanias.com" 인터넷 QoS 모델, 2000.
- [2] R. Comerford, "State of the Internet: Roundtable 4.0", IEEE Spectrum, Oct. 1998.
- [3] V. Jacobson et al., "An Expedited Forwarding PHB", Internet Draft <draft-ietf-Diff-Serv-phb-ef-01.txt>, Nov., 1998.
- [4] S. Floyd et al., "Random Early Detection Gateways for Congestion Control", Proceedings, SIGCOMM '93, pp1-22, 1993.
- [5] S. McCanne, S. Floyd, "http://www-nrg.cc.lbl.gov/ns" Network simulator, 1996.