

P2P 기반의 IPTV 환경에서 UCC 방송을 위한 시스템 설계*

김 지 훈**

Design of UCC Broadcasting System in P2P Based IPTV Environments

Kim, Ji Hoon

〈Abstract〉

In this paper, we propose an UCC broadcasting system in P2P based IPTV environments. Proposed system applies P2P based multiple chain architecture. UCC broadcasting system transfers data from not ISP server but UCC server peer that is included in DSLAM to joined peers. Therefore an algorithm to manage join and departure of peers have to modified. In this paper we propose an algorithm that does not increase an uplink bandwidth of DSLAM that include UCC server when peer joins to the UCC channel. We will show the improved performance of proposed scheme rather than general method with respect to the uplink bandwidth of DSLAM that include UCC server.

Key Words : IPTV, P2P, peer-to-peer network, multiple chain architecture, UCC broadcasting

I. 서론

최근 들어 디지털 방식의 카메라와 캠코더의 사용이 일반화 되고 개인들이 이를 이용하여 촬영한 동영상을 컴퓨터로 편집하여 인터넷에 공유하는 이른바 UCC(User Created Content)가 활성화 되었으며 이러한 UCC를 제공하는 사이트도 계속 증가하고 있는 추세이다[1-5]. UCC 시스템은 2가지 종류로 분류할 수 있다. 첫 번째 방식은 사용자가 제작한 UCC 파일을 서버에 전송하고 해당 UCC를 시청하려는 사용자는 서버에 저장되어 있는 UCC 데이터를 전송받아서 시청하는 VOD 방식이며 이러한 VOD 방식의 UCC 시스템은 UCC 데이터가

서버에 저장되어 있으며 사용자가 이 데이터를 시청하려고 하면 UCC 서버로부터 스트리밍 데이터를 전송받아서 시청하게 된다. UCC 시스템의 또다른 방식은 라이브 UCC 방송시스템이며 VOD 방식처럼 UCC 데이터를 포털서버에게 전송해서 포털서버가 저장하는 것이 아니라 UCC를 제작한 사용자의 셋탑박스에서 해당 UCC를 시청하려는 피어에게 직접 UCC 데이터를 전송하는 방식이다. 해당 UCC 방송을 시청하려는 사용자는 EPG(Electronic Program Guide)를 통해서 UCC 방송채널을 선택하면 UCC 방송서버에 접속하여 채널가입을 신청하고 UCC 서버가 이를 승낙하면 UCC 방송데이터를 UCC 서버 혹은 다른 피어로부터 전송받아서 시청하게 된다. 따라서 VOD 방식의 UCC 서비스에서 발생할 수 있는 포털서버의 부하가중 및 트래픽 증가와 같은 문제점을 해결할 수 있게 된다.

* 이 논문은 2009년도 부천대학 교비지원 연구비에 의하여 지원된 연구의 결과임.

** 부천대학 e-비즈니스과 부교수

본 논문에서는 다중체인 구조를 이용한 P2P 기반의 IPTV 환경에서 라이브 UCC 방송시스템을 효율적으로 운영하기 위한 구조에 대하여 제안한다. 본 논문의 구성은 서론에 이어 제2장에서는 본 논문에서 제안하는 다중체인구조를 이용한 IPTV 기반의 UCC 방송시스템과 피어 관리 알고리즘을 소개한다. 그리고 제3장에서는 제안한 구조의 특성을 수학적으로 해석한다. 마지막으로 제4장에서 결론을 맺는다.

II. UCC 방송을 위한 다중체인구조 기반 P2P 시스템 구조

2.1 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 IPTV 기반의 UCC 전송구조는 그림 1과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 전송되는 구조는 논문[6-7]에서 제안하였던 Live TV 방송구조와 유사하지만 Live TV의 경우에 헤드엔드서버로부터 방송 데이터를 전송하는 것과는 달리 UCC 구조에서는 일반 피어인 UCC 서버가 데이터가 생성하여 다른 피어들에게 전송하는 구조이다. 제안하는 구조에서 생방송 UCC 데이터가 UCC 서버로부터 방송을 시청하는 피어에게 전달되는 과정은 다음과 같다. 우선 UCC 서버가 포함되어 있는 DSLAM에 속한 피어에게로 UCC 스트리밍 데이터를 전송하는 경우에는 UCC 서버가 첫 번째 레벨의 헤드 피어 $P_{1,1}$ 에게 데이터를 전송하고 $P_{1,1}$ 은 같은 레벨에 속한 S 개의 스펠 그룹 피어에게는 체인구조로 데이터를 전송하며, 다음 레벨의 헤드피어에게도 데이터를 전송함으로써 모든 레벨의 피어들이 순서대로 전송받을 수 있게 된다.

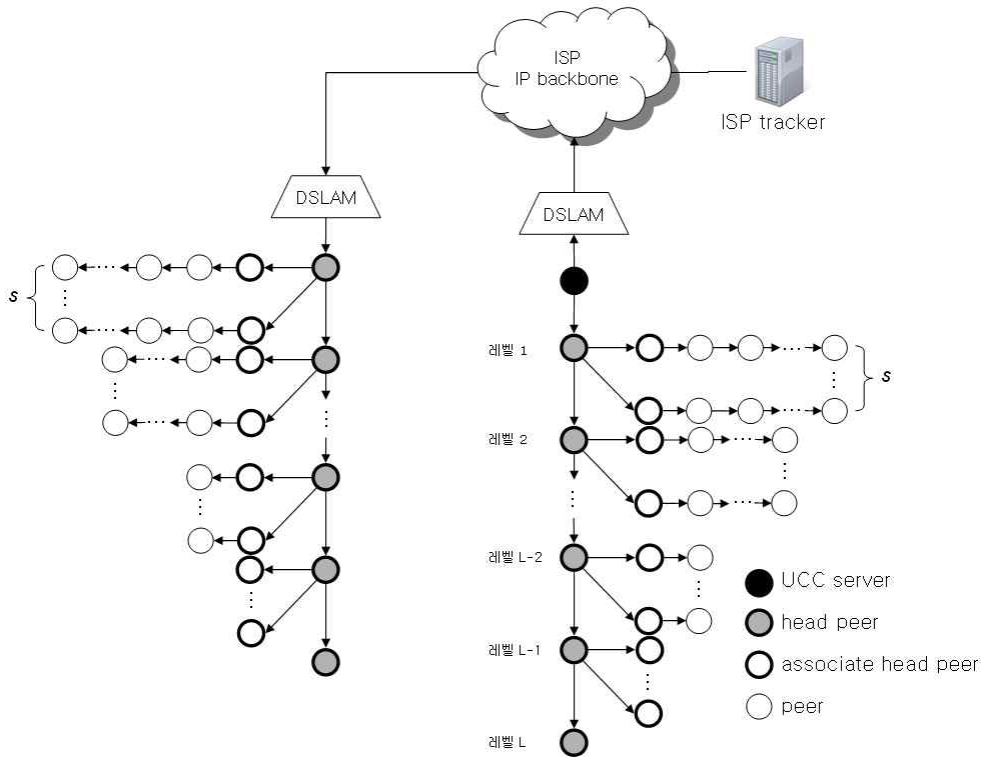
UCC 서버가 포함되어 있는 DSLAM을 제외한 다른 DSLAM에 속한 피어에게 UCC 스트리밍 데이터를 전송하는 경우에는 UCC 서버에서 전송되는 UCC 데이터가

DSLAM과 코어 네트워크를 거쳐서 수신하려는 피어가 포함되어 있는 DSLAM을 통해서 피어에게 전송된다. 이 경우에 UCC 데이터는 UCC 서버에서 DSLAM을 거쳐서 코어 네트워크로 전송되므로 DSLAM의 업링크 대역폭 (uplink bandwidth)를 사용하게 되며 이처럼 DSLAM을 거쳐서 다른 DSLAM으로 전송되는 UCC 데이터가 많아지게 되면 DSLAM의 업링크 대역폭이 모자라는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 UCC 서버와 다른 DSLAM에 속한 피어가 UCC 방송을 시청하기 위해 트래커에게 가입을 요청하는 경우에 UCC 서버가 포함된 DSLAM의 업링크 대역폭을 고려하지 않고 피어의 가입을 승인한 다음 UCC 방송데이터를 전송하게 되면 어느 순간에는 DSLAM의 업링크 대역폭의 용량이 부족해지고 더 이상 UCC 데이터를 전송할 수 없게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 피어가 가입을 요청할 때 트래커는 UCC 서버가 포함된 DSLAM의 업링크 대역폭을 고려해서 피어의 가입여부와 전송경로를 결정하는 알고리즘을 제안하였다.

2.2 Peer 관리 알고리즘

이 절에서는 다중 체인구조를 적용한 UCC 방송 시스템에서 피어가 채널에 가입하거나 채널로부터 탈퇴하는 경우에 구조를 재구성하는 알고리즘에 대해서 제안한다. 알고리즘을 기술하는데 필요한 용어는 표 1과 같다.

UCC 방송을 시청하는 피어 수가 증가할수록 여러 개의 DSLAM으로 데이터가 전송되어야 하는데 UCC 서버로부터 전송되는 DSLAM의 개수가 늘어남에 따라 UCC 서버가 포함된 DSLAM(S)의 업링크 대역폭 사용량이 증가하게 되며 이러한 과정이 계속되면 DSLAM(S)의 업링크 대역폭의 여유용량이 없게 되어 더 이상의 업로드가 불가능해 질 수도 있게 된다. 따라서 본 논문에서는 DSLAM(S) 이외의 다른 DSLAM을 통해서 데이터를 전송하는 구조를 제안하였다. 제안하는 알고리즘은 피어 PI가 UCC 방송채널에 가입을 요청하는 경우에 PI의 위



<그림 1> 다중 체인구조를 이용한 IPTV 기반의 UCC 전송구조

치와 PI가 속한 DSLAM에 같은 UCC 방송을 시청하는 피어의 존재여부에 따라 다른 과정으로 PI의 가입을 처리하도록 한다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 다음과 같다.

(1). DSLAM(S) 외에 다른 DSLAM에 속한 피어로 데이터를 전송하는 경우에 DSLAM(S)로부터 전송되는 업로드 데이터 스트림의 최대 개수(MaxUpload)를 정한 다음 MaxUpload 만큼의 데이터 스트림만 DSLAM(S)에서 전송하도록 하고 MaxUpload를 넘는 업로드 데이터는 DSLAM(S)로부터 데이터를 전송받는 다른 DSLAM(O)로부터 전송하도록 한다. 이렇게 DSLAM(S)의 업로드 스트림의 개수를 제한함으로써 DSLAM(S)의 업링크 대역폭이 모자라는 상황을 미리 방지할 수 있다.

<표 1> 알고리즘 기술을 위한 용어정리

| | |
|-------------|---|
| PI | 채널에 가입하려는 피어 |
| LEVEL(n) | n번째 레벨 |
| P_i, j, k | LEVEL(i)의 j번째 스펠에 속한 피어 중에서 k번째 위치에 있는 피어 |
| $P_i, 1$ | LEVEL(i)의 헤드피어 |
| $P_i, j, 2$ | LEVEL(i)의 j번째 스펠의 준헤드피어 |
| N | DSLAM내에서 같은 채널을 시청하는 피어 개수 |
| S | 하나의 레벨에 속한 스펠 개수 |
| L | 전체 레벨 개수 |
| UBW(K) | DSLAM K의 현재 업링크 대역폭 |
| MUBW(K) | DSLAM K의 허용가능한 최대 업링크 대역폭 |
| DSLAM(S) | UCC 서버가 포함된 DSLAM |
| DSLAM(O) | DSLAM(S)로부터 UCC 방송데이터를 전송받는 피어가 속한 DSLAM들 |

(2). DSLAM(S) 이외에 DSLAM(S)로부터 데이터를 전송받는 DSLAM(O)는 트래커의 요청에 의해서 다른 DSLAM에 속한 피어에게 UCC 방송데이터를 전송하게 된다. 이 때 어떤 DSLAM(O)는 하나의 또다른 DSLAM에게만 데이터를 전송하도록 한다. 따라서 UCC 방송채널에 새로이 가입하는 피어에게 데이터를 전송해 줄 후보는 항상 MaxUpload 개수만큼의 DSLAM에서 선택하도록 한다. 만일 UCC 방송채널 데이터를 전송받는 모든 DSLAM을 후보로 하고 그 중에서 다른 DSLAM에게 데이터를 전송할 DSLAM을 선택하게 되면 UCC 방송채널 데이터를 전송받는 DSLAM의 개수가 늘어남에 따라 후보의 개수도 증가하게 됨으로써 트래커가 새로운 DSLAM에게 UCC 방송데이터를 전송할 DSLAM을 선정하는 과정이 복잡해지게 되므로 제안하는 알고리즘은 DSLAM(O) 중에서 다른 DSLAM으로 UCC 방송데이터를 전송하지 않는 DSLAM 만을 후보로 하여 선택하도록 하였다.

(3). UCC 방송채널을 시청하려는 피어가 가입을 요청하면 트래커는 DSLAM(O) 중에서 현재 다른 DSLAM으로 UCC 방송데이터를 전송할 수 있는 후보목록으로 선정하고 후보목록에 속한 DSLAM 중에서 업링크 대역폭의 여유용량이 있는 DSLAM을 선택하여 PI가 선택한 DSLAM의 첫 번째 레벨의 헤드피어에게 연결되어 UCC 방송데이터를 전송받도록 한다.

제안하는 알고리즘의 동작을 위해서 몇 가지 가정이 필요하다. 모든 레벨의 헤드피어는 정해진 시간마다 주기적으로 레벨의 정보를 트래커에게 전송하며, 새로운 피어가 레벨에 가입하거나 레벨에 속한 피어가 탈퇴하는 경우에도 새로이 구성된 레벨의 정보를 트래커에게 전송한다. 그리고 트래커는 UCC 방송을 시청하는 피어가 연결된 DSLAM 중에서 후보목록에 포함된 DSLAM으로부터 업링크 대역폭에 대한 정보를 주기적으로 모니터링 한다.

가. Peer 가입

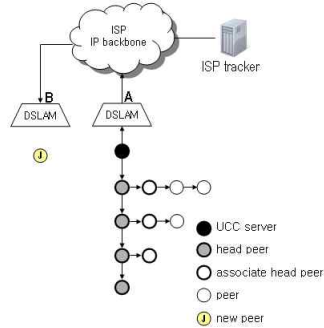
본 논문에서 제안하는 UCC 방송구조에서 새로운 피어가 UCC 채널에 가입하는 경우에 발생하는 상황은 여러 가지가 있을 수 있다. UCC 서버가 속한 DSLAM에 포함되어 있는 피어가 가입하려고 하거나 UCC 채널에 가입하려는 피어가 속한 DSLAM에 이미 UCC 채널을 시청하는 피어가 존재하는 경우에는 기존의 방식[9]대로 피어를 가입시킨다.

UCC 서버가 속해있는 DSLAM에 속하지 않고 다른 DSLAM에 포함되어 있는 피어가 UCC 채널에 가입하려는 경우에는 그림 2와 같이 두가지 경우가 발생하며 각각의 경우에 트래커가 PI의 가입을 처리하는 과정이 달라진다.

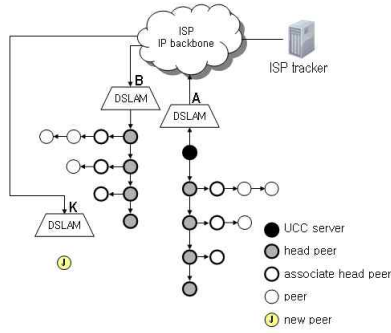
그림 2의 (a)와 같이 DSLAM(S) 이외에 첫 번째 외부 DSLAM에 포함되어 있는 피어가 처음으로 UCC 채널에 가입하려는 경우는 UCC 서버가 포함된 DSLAM A를 제외한 다른 어떤 DSLAM에 속한 피어도 UCC 채널에 접속되어있지 않는 상태에서 DSLAM B에 속한 PI가 UCC 채널에 접속을 시도하는 경우이다.

이와 같이 UCC 서버가 포함된 DSLAM A가 아닌 DSLAM B에 속한 PI가 UCC 채널에 가입하려면 우선 트래커에게 접속을 요청한다. 트래커는 DSLAM A의 업링크 대역폭의 현재 용량을 확인하여 UCC 스트리밍 데이터를 전송할 대역폭의 여유 용량이 있으면 PI의 가입을 승인하여 PI를 해당 DSLAM B의 첫 번째 레벨의 헤드피어로 지정하고 UCC 서버로 하여금 UCC 스트리밍 데이터를 전송하도록 지시한다.

만일 DSLAM A의 업링크 대역폭에 여유 용량이 없는 경우에는 PI의 가입을 거부한다. 가입을 거부하는 경우에 트래커는 네트워크 문제로 인해 접속할 수 없다는 메시지를 PI의 화면에 안내한다. 그림 2의 (a)에 해당하는 경우의 피어 가입 알고리즘을 pseudo code로 나타내면 그림 3과 같다.



(a)



(b)

<그림 2> UCC 서버와 다른 외부 DSLAM에 포함된 피어 가입

그림 2의 (b)와 같이 DSLAM(S) 이외에 다른 외부 DSLAM의 피어가 UCC 채널에 가입되어 있는 상황에서 또다른 외부 DSLAM에 포함되어 있는 피어가 처음으로 UCC 채널에 가입하려는 경우는 UCC 서버가 포함된 DSLAM A가 아닌 다른 DSLAM B에 속한 피어들이 UCC 채널을 시청하고 있는 상태에서 또다른 DSLAM K에 속한 PI가 UCC 채널에 처음으로 접속을 시도하는 경우이다. DSLAM K에 속한 PI가 UCC 채널에 가입하려 면 우선 트래커에게 접속을 요청한다.

트래커는 DSLAM A의 업링크 대역폭의 현재 용량을 확인하여 UCC 스트리밍 데이터를 전송할 대역폭의 여유 용량이 있고 DSLAM A로부터 외부의 DSLAM들로 전송되는

데이터 스트림의 개수가 MaxUpload 보다 적으면 PI의 가입을 승인하여 PI를 해당 DSLAM K의 첫 번째 레벨의 헤드피어로 지정하고 UCC 스트리밍 데이터를 전송한다.

Algorithm 1 Join of Peer included in First External DSLAM

```

if Maximum BW of DSLAM(A) > Current UplinkBW of DSLAM(A)
  if no peer in DSLAM(B)
    Add(1, PI);
    Assign_head_peer(PI);
  else
    Execute Peer Join Process in Algorithm 5-1;
  end if
else
  Reject Join Request of PI;
end if
    
```

<그림 3> UCC 서버와 다른 첫 번째 외부 DSLAM에 포함된 피어 가입 알고리즘

Algorithm 2 Join of Peer included in External DSLAM except first one

```

if (Maximum BW of DSLAM(A) > Current UplinkBW of DSLAM(A)) and (MaxUpload of DSLAM(A) > Current Upload Stream of DSLAM(A))
  if no peer in DSLAM(B)
    Add(1, PI);
    Assign_head_peer(PI);
  else
    Execute Peer Join Process in Algorithm 5-1;
  end if
else
  for i = 1 to MaxUpload
    Select one of candidate list to DSLAM(K) that has maximum extra capacity of UBW(i);
    if no peer in DSLAM(B)
      Add(1, PI);
      Assign_head_peer(PI);
      Send data from head peer of LEVEL(1) of DSLAM(K) to PI;
    else
      Execute Peer Join Process in Algorithm 5-1;
    end if
  end for
end if
    
```

<그림 4> UCC 서버와 다른 두 번째 이후의 외부 DSLAM에 포함된 피어 가입 알고리즘

만일 DSLAM A의 업링크 대역폭에 여유 용량이 없거나 외부의 DSLAM들로 전송되는 UCC 데이터 스트림의 개수가 MaxUpload 와 같으면 트래커는 후보목록에 있는 DSLAM들 중에서 업링크 대역폭의 여유용량이 가장 큰 DSLAM의 첫 번째 레벨의 헤드피어로 하여금 PI에게 UCC 방송데이터를 전송하도록 지시하고 PI를 해당 DSLAM의 첫 번째 레벨의 헤드피어로 지정한다. 그런 다음 해당 UCC 방송채널에 대한 후보목록을 갱신한다. 만일 UCC 채널 그룹에 연결되어 있는 모든 DSLAM의 업링크 대역폭에 여유 용량이 없으면 PI의 가입을 거부한다. 가입을 거부하는 경우에 트래커는 네트워크 문제로 인해 접속할 수 없다는 메시지를 PI의 화면에 안내한다. 그림 2의 (b)에 해당하는 경우의 피어 가입 알고리즘을 pseudo code로 나타내면 그림 4와 같다.

나. Peer 탈퇴

(1) Peer의 탈퇴

헤드피어가 아닌 피어 $P_{i,j,k}$ ($k \neq 1$)가 UCC 채널그룹을 탈퇴하려면 $P_{i,j,k}$ 는 $P_{i,j,k-1}$ 과 $P_{i,j,k+1}$ 및 헤드피어 $P_{i,1}$ 에게 탈퇴신호를 전송한다. $P_{i,j,k}$ 로부터 탈퇴신호를 받은 $P_{i,j,k-1}$ 은 $P_{i,j,k}$ 에게로 데이터전송을 중단하고 대신 $P_{i,j,k+1}$ 에게 데이터를 전송한다. 또한 $P_{i,1}$ 은 레벨 목록에서 $P_{i,j,k}$ 를 삭제하고 레벨 정보를 갱신한 후에 해당 스패의 준헤드피어인 $P_{i,j,2}$ 에게 변경된 레벨 정보를 전송한다. 단, 준헤드피어가 탈퇴한 경우에는 헤드피어는 새로운 준헤드피어에게 레벨에 속한 피어들의 정보를 전송하며 모든 과정이 끝나면 헤드피어는 레벨 정보를 UCC 서버에게 전송한다. 피어의 정상적인 탈퇴 과정을 pseudo code로 나타내면 그림 5와 같다.

(2) Head peer의 탈퇴

헤드피어가 탈퇴하는 과정은 다음과 같다. 탈퇴하려는 헤드피어 $P_{i,1}$ 은 우선, 자신에게 데이터를 전송해주던 이전 레벨의 헤드피어 $P_{i-1,1}$ 과 자신이 데이터를 전송하

던 준헤드피어들 $P_{i,j}$ ($j=2, \dots, S$), 그리고 다음 레벨의 헤드피어 $P_{i+1,1}$ 에게 탈퇴신호를 전송한다. 또한, $P_{i,1}$ 은 첫 번째 스패의 준헤드피어 $P_{i,1,2}$ 에게 헤드피어가 될 것을 지시하고 i 레벨의 다른 피어에 대한 정보를 전송한다.

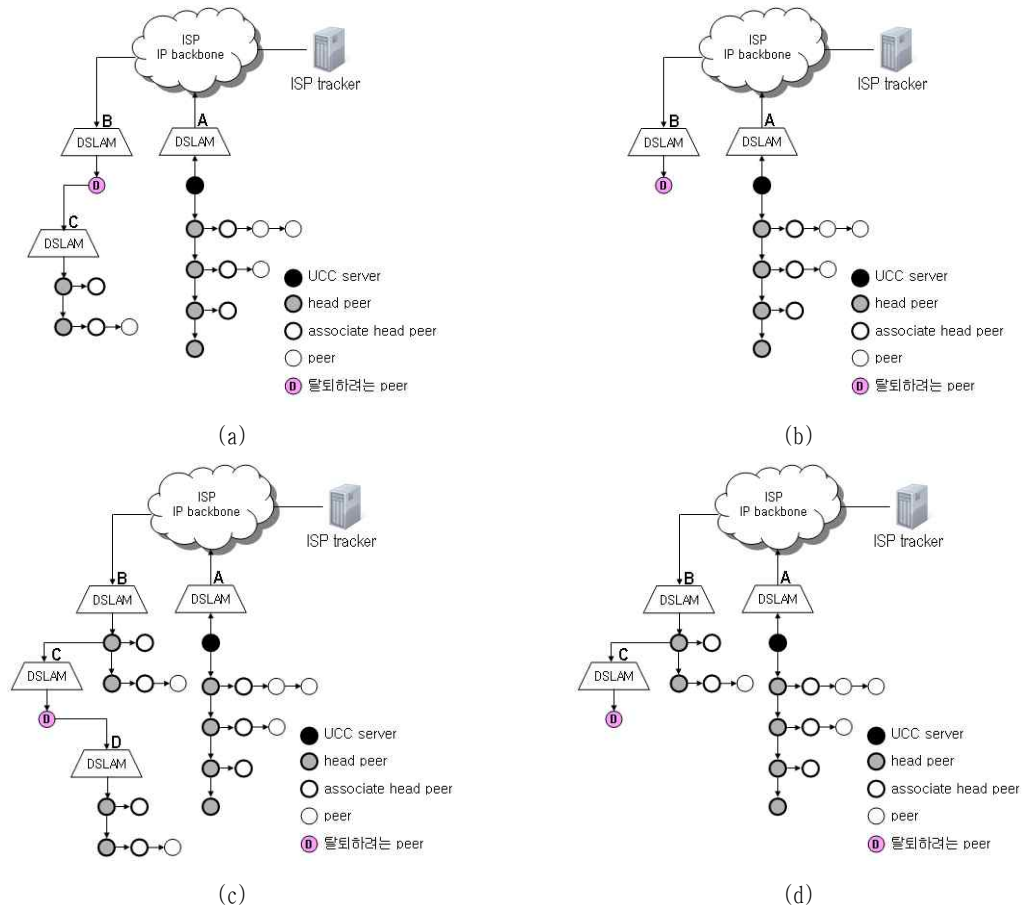
Algorithm 3 Graceful departure of peer $P_{i,j,k}$ ($k \neq 1$)
 send Departure_Message($P_{i,j,k}$) from $P_{i,j,k}$ to $P_{i,j,k-1}$, $P_{i,j,k+1}$, $P_{i,1}$;
 transmit Data($P_{i,j,k-1}$) to $P_{i,j,k+1}$;
 Adjust(i);
 send Level_Info(i) from $P_{i,1}$ to $P_{i,j,2}$

<그림 5> 피어의 정상적인 탈퇴 알고리즘

탈퇴신호를 받은 $P_{i-1,1}$ 은 $P_{i,1}$ 로의 전송을 중단하고 $P_{i,1,2}$ 에게 데이터를 전송한다. $P_{i,1,2}$ 는 자신이 헤드피어가 되었다는 사실을 UCC 서버에게 알리고 $P_{i+1,1}$ 과 나머지 준헤드피어 $P_{i,j}$ ($j=2, \dots, s$)에게 데이터를 전송한다. 탈퇴하려는 헤드피어가 DSLAM 내의 마지막 피어인 경우에는 DSLAM이 어떤 위치에 있느냐에 따라서 처리과정이 달라지며 다음과 같은 경우로 분류할 수 있다.

1. UCC 방송데이터를 DSLAM(S)에서 직접 받으면서 다른 DSLAM에 속한 피어에게 데이터를 전송하고 있는 경우
2. UCC 방송데이터를 DSLAM(S)에서 직접 받기만 하고 다른 DSLAM으로 전송은 하지 않는 경우
3. UCC 방송데이터를 다른 DSLAM으로부터 받으면서 또다른 DSLAM에 속한 피어에게 데이터를 전송하고 있는 경우
4. UCC 방송데이터를 다른 DSLAM으로부터 받기만 하고 또다른 DSLAM으로 전송은 하지 않는 경우

위에서 언급한 4가지 경우를 그림으로 표현하면 그림 6과 같다. 1, 2, 3, 4번의 경우가 각각 (a), (b), (c), (d)의 그림에 해당된다. 그림에서 보는 바와 같이 DSLAM에서



<그림 6> 불확실성 기반의 학습 알고리즘 : 목표항목 vs. 목표항목+경계항목

헤드피어가 탈퇴함으로써 더 이상 UCC 채널에 가입된 피어가 없어지게 되므로 탈퇴하는 피어로부터 UCC 데이터를 전송받고 있던 다른 DSLAM의 피어들이 계속해서 데이터를 전송받을 수 있도록 트래커는 DSLAM 간의 연결 경로를 재구성해야 한다.

하던 UCC 서버로 하여금 DSLAM C의 헤드피어에게 데이터를 전송하도록 지시한다. UCC 서버가 DSLAM B에 속한 피어에게 데이터를 전송하고 있었으므로 DSLAM A의 업링크 대역폭의 여유용량은 변동이 없다.

1. 탈퇴하는 헤드피어가 포함된 DSLAM B에 더 이상 피어가 존재하지 않게 되므로 DSLAM C에 속한 피어들이 UCC 데이터를 계속 전송받을 수 있도록 해야 한다. 트래커는 DSLAM B에 데이터를 전송
2. 탈퇴하려는 헤드피어가 전송하고 있는 피어가 없으므로 이 경우에는 일반적인 헤드피어의 탈퇴과정과 같다. 단 DSLAM B가 UCC 채널에서 완전히 탈퇴하게 되므로 트래커는 DSLAM A의

Algorithm 4 Graceful departure of head peer

```

if Last Peer in DSLAM
  if Receive UCC data from DSLAM A
    if Do not send UCC data to other DSLAM
      Departure();
      Decrease MaxUpload of DSLAM A by 1;
      except DSLAM B from candidate list;
    else
      Departure();
      transmit Data(DSLAM A) to DSLAM C;
    end if
  else
    if Do not send UCC data to other DSLAM
      Departure();
      except DSLAM C from candidate list;
      involve DSLAM B in candidate list;
    else
      Departure();
      transmit Data(DSLAM B) to DSLAM D;
    end if
  else
    Departure();
  end if

Subroutine Departure()
  send Departure_Message(Pi,1) from Pi,1 to Pi-1,1;
  for j=1 to S
    send Departure_Message(Pi,1) from Pi,1 to Pi,j,2;
  end for
  transmit Data(Pi-1,1) to Pi,1,2;
  Assign_head_peer(Pi,1,2);
  for j=2 to S
    transmit Data(Pi,1,2) to Pi,j,2;
  end for
  transmit Data(Pi,1,2) to Pi+1,1;
End Subroutine

```

<그림 7> 헤드피어의 정상적인 탈퇴 알고리즘

MaxUpload 값을 1 감소시켜서 다른 DSLAM에 속한 피어가 가입을 요청할 때 DSLAM A도 후보 목록에 올려서 결정하도록 한다. 또한 탈퇴하는 헤드피어가 속한 DSLAM B는 후보목록에서 제외시킨다.

3. 탈퇴하는 헤드피어가 포함된 DSLAM C에 더 이상 피어가 존재하지 않게 되므로 DSLAM D에 속한

피어들이 UCC 데이터를 계속 전송받을 수 있도록 해야 한다.

트래커는 DSLAM C에 데이터를 전송하던 DSLAM B의 첫 번째 레벨 헤드피어로 하여금 DSLAM D의 헤드피어에게 데이터를 전송하도록 지시한다.

4. 이 경우에도 탈퇴하려는 헤드피어가 전송하고 있는 피어가 없으므로 일반적인 헤드피어의 탈퇴과정과 같으며 DSLAM C가 UCC 채널에서 완전히 탈퇴하게 되므로 트래커는 DSLAM C를 후보목록에서 제외시키고 DSLAM B는 후보목록에 포함시킨다.

헤드피어의 탈퇴 과정을 pseudo code로 나타내면 그림 7과 같다. 편의상 알고리즘에서 사용되는 DSLAM의 이름은 그림 6에서 표기한 이름을 사용하였다.

III. 구조분석

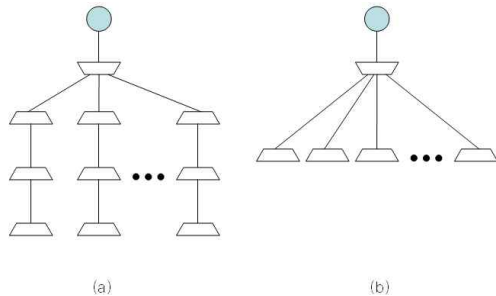
이 절에서는 앞에서 제안한 UCC 방송시스템을 위한 구조에 대하여 분석해 보고자 한다. UCC 구조를 분석할 때 네트워크의 모든 DSLAM의 업링크 대역폭은 동일하며, UCC 방송채널을 시청하는 피어가 속한 DSLAM의 개수는 동일하다고 가정한다. 그림 1에서 보는 것과 같이 어떤 DSLAM내에서 UCC 방송채널을 시청하는 피어들은 P2P 구조로 연결되어 있으므로 같은 DSLAM 내에서 여러 개의 피어들이 UCC 방송채널을 시청하더라도 DSLAM의 업링크와 다운링크 대역폭에는 영향을 주지 않는다. 즉, DSLAM 내에 UCC 방송채널을 시청하는 피어가 하나라도 있으면 해당 DSLAM은 전송구조에 포함되며 UCC 방송채널을 시청하는 피어가 하나도 없는 경우에는 전송구조에 포함되지 않는다.

<표 1> 공격도구의 유형 및 특성

| | |
|--------|---|
| M | 네트워크 전체의 DSLAM 개수 |
| Y | UCC 채널에 가입한 피어가 속한 DSLAM의 개수 |
| K | 네트워크에서 UCC 방송을 하고 있는 UCC 서버의 개수 |
| d | 어떤 UCC 채널에 대해 DSLAM(S)에서 다른 DSLAM으로 전송하는 UCC 방송스트림의 out degree 개수 |
| N | DSLAM내에서 같은 채널을 시청하는 피어 개수 |
| $MUBW$ | DSLAM의 허용 가능한 최대 업링크 대역폭 |
| r | UCC 방송 스트리밍 데이터의 대역폭 |
| MU | DSLAM의 허용 가능한 최대 업링크 스트림 개수 |
| U | DSLAM의 업링크 스트림 개수 |

구조분석을 위한 용어는 표 2와 같이 정의할 수 있다.

본 논문에서 제안한 UCC 방송시스템에서 DSLAM 간의 데이터 전송구조는 그림 8의 (a)와 같다.



<그림 8> UCC 방송시스템을 위한 DSLAM간의 전송구조

즉, DSLAM(S)로부터 d 만큼의 업링크 스트림이 다른 DSLAM으로 전송되며, d 를 초과하는 DSLAM으로의 데이터 전송은 다른 DSLAM에서 UCC 데이터를 전송받고 있는 DSLAM이 하게 된다. DSLAM(S)를 제외한 DSLAM은 두가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 UCC 방송 데이터를 DSLAM으로부터 전송받아서 자신도 다른 DSLAM에게 전송해 주는 경우이며 이를 중간 DSLAM

이라고 정의한다. 두 번째는 UCC 방송 데이터를 DSLAM으로부터 전송받기만 하고 다른 DSLAM에게 전송하지 않는 경우이며 이를 말단 DSLAM으로 정의한다.

그림 8의 (b)는 본 논문에서 제안하는 구조를 적용하지 않고 UCC 서버가 포함된 DSLAM에서 UCC 방송 채널에 가입한 피어들에게 직접 스트리밍 데이터를 전송하는 구조를 나타낸다. 본 논문에서 분석의 목적이 UCC 서버가 포함된 DSLAM의 업링크 대역폭에 따른 UCC 서버의 운영 및 피어의 가입 관리에 있으므로 UCC 서버가 존재하는 DSLAM을 분석하고자 한다. 제안하는 구조에서 UCC 서버가 한 개 존재하는 DSLAM 인 경우에 UCC 서버로부터 다른 DSLAM으로 업로드되는 스트림의 개수는 d 이다. 또한 네트워크의 다른 DSLAM에서 방송되는 하나의 UCC 서버로부터의 전송 경로상에서 중간 DSLAM에 포함되어 사용하게 될 업링크 스트림 개수의 기댓값은

$$\frac{Y-d}{M} \tag{1}$$

이므로 DSLAM 내에 k 개의 UCC 서버가 존재하고 네트워크 전체에 K 개의 UCC 서버가 존재하는 경우에 DSLAM의 업링크 스트림 개수의 기댓값 $E(U)$ 는

$$E(U) = k \cdot d + \frac{Y-d}{M-1} (K-k) \tag{2}$$

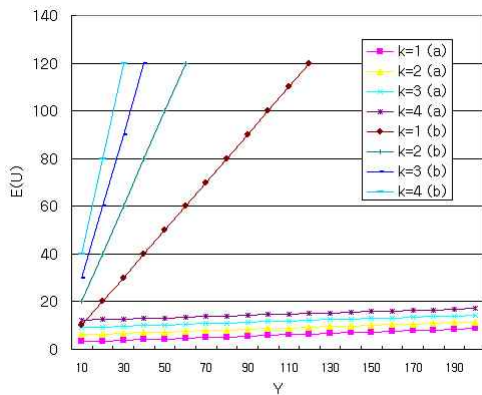
가 된다. 같은 방법으로 그림 8의 (b)와 같은 구조에 대하여 $E(U)$ 를 구해보면 다음 식과 같다.

$$E(U) = k \cdot Y \tag{3}$$

식 (3)에서 보는바와 같이 그림 8의 (b) 구조에서는 DSLAM(S)에서 UCC 방송을 시청하는 모든 DSLAM으로 직접 스트리밍 데이터를 전송하므로 중간 DSLAM에

속하는 경우가 없으며 UCC 서버가 있는 경우에만 업링크 스트림을 사용하게 된다. 식 (3)에서 알 수 있듯이 DSLAM(S)가 UCC 방송채널을 시청하는 피어에게 직접 데이터를 전송해주는 구조에서는 k 와 Y 의 곱이 DSLAM의 최대 스트림 개수 MU 를 초과하게 되면 새로운 UCC 서버가 생성될 수 없으며, 현재 방송중인 UCC 서버도 더 이상 새로운 DSLAM으로 데이터를 전송할 수 없게 된다.

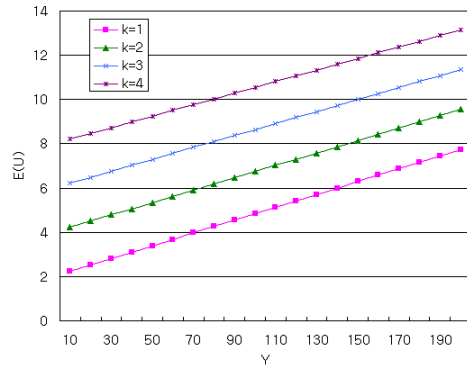
그림 8의 두가지 구조에 대하여 식 (2) 와 (3)을 통하여 구한 DSLAM의 업링크 스트림 개수의 기댓값을 도표로 나타내면 그림 9와 같다.



<그림 9> DSLAM(S)의 업링크 스트림개수

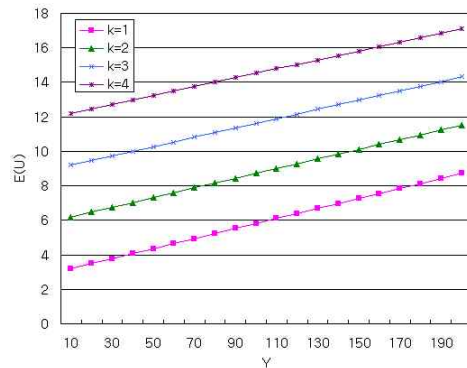
도표에서 보는 바와 같이 그림 8의 (b)와 같은 구조로 UCC 서버를 운영하게 되면 UCC 서버에 접속하는 피어가 속한 DSLAM의 개수의 증가에 비례하여 DSLAM으로 전송하는 UCC 방송 스트림도 증가하게 되며 어떤 시점이 되면 DSLAM(S)의 업링크 대역폭을 모두 사용하여 더 이상 다른 DSLAM으로 UCC 방송 데이터를 전송할 수 없게 된다. 반면 그림 8의 (a)와 같이 본 논문에서 제안하는 구조는 UCC 서버에 접속하는 피어가 속한 DSLAM의 개수가 증가하더라도 일정한 개수의 업링크 스트림만 사용하기 때문에 DSLAM(S)의 업링크 대역폭이 증가하는 정도가 크지 않으므로 DSLAM의 운용에 문

제가 없다.



(a)

($MU=100, M=1,000, K=30, d=2$)



(b)

($MU=100, M=1,000, K=30, d=3$)

<그림 10> UCC 방송채널에 포함된 DSLAM 개수와 DSLAM(S)의 업링크 스트림개수의 상관관계

또한 식 (2)에서 DSLAM(S)의 MaxUpload값인 d 의 값에 따른 DSLAM의 업링크 스트림 개수의 기댓값을 비교하여 그림 10의 도표로 나타내었다.

도표에서 보는바와 같이 d 의 값이 증가함에 따라 DSLAM(S)의 업링크 스트림의 개수가 커지는 것을 볼 수 있다. 하지만 d 값이 3이고 DSLAM내에 UCC 서버가 4개 있는 경우라도 DSLAM의 업링크 스트림의 개수는

20보다 적으며 이 값은 DSLAM의 허용 가능한 최대 업링크 대역폭 *MUBW*를 1Gbps, 하나의 UCC 스트리밍대이터의 대역폭을 10Mbps로 가정한 경우에 DSLAM의 최대 스트림 개수인 100보다 훨씬 적은 값이다. 따라서 제안하는 구조는 DSLAM의 최대 스트림 개수를 초과하지 않고 UCC 서버를 운영할 수 있다는 것을 보여준다.

IV. 결론

본 논문에서는 P2P 기반의 IPTV 환경에서 UCC 서버가 포함된 DSLAM의 업링크 대역폭을 효율적으로 활용하면서 UCC 방송을 하는 구조와 피어 관리 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방식을 적용함으로써 UCC 채널을 시청하는 피어의 수가 증가하더라도 UCC 서버가 포함된 DSLAM의 업링크 대역폭이 무한정 증가해서 더이상 전송이 불가능해 지는 상황을 막을 수 있으며 따라서 UCC 방송시스템의 확장성을 증대시킬 수 있다.

참고문헌

[1] L. F. Cranor, J. Reagle, and M. S. Ackerman, "Beyond Concern: Understanding Net Users' Attitudes about Online Privacy," AT&T Labs-Research Technical Report, Apr. 1999, pp. 1-27.

[2] E. Schipul, "The Web's Next Generation: Web2.0," Public Relations, Vol. 13, No. 3, Mar. 2006, pp. 23-29.

[3] 이현주, 김유정, 강소라, "UCC 사용자 참여수준과 개인적 및 문화적 특성 요인과의 관계-한국과 미국을 중심으로," 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제2호, 2009년 2월, pp. 216-232.

[4] 윤홍근, "DMB 전용콘텐츠의 창구화에 관한 연구," 디지털산업정보학회논문지, 제4권, 제1호, 2008년 3월, pp. 89-104.

[5] 김기영, 박종일, "이동 멀티캐스트환경에서 QoS보장을 위한 MIP기법 연구," 디지털산업정보학회논문지, 제2권, 제4호, 2006년 12월, pp. 35-42.

[6] 김지훈, 김영한, "다중 체인구조를 이용한 Peer-to-Peer 기반 IPTV 시스템 설계," 전자공학회논문지, 제45권 TC편, 제12호, 2008년 12월, pp. 74-82.

[7] 김지훈, 김영한, "P2P 방식의 IPTV 시스템에서 인접채널 전송방식을 이용한 채널변경 지연시간의 단축," 전자공학회논문지, 제46권 TC편, 제5호, 2009년 5월, pp. 115-121.

■ 저자소개 ■



김 지 훈
Kim, Ji Hoon

1995년 3월~현재
부천대학 e-비즈니스과 교수
2009년 8월
숭실대학교 정보통신전자공학과
(공학박사)
1990년 2월
KAIST 전기및전자공학과
(공학석사)
1987년 2월
부산대학교 전기공학과 (공학사)
관심분야 : 정보통신, P2P, 멀티캐스트
E-mail : jihoon@bc.ac.kr

논문접수일 : 2010년 7월 13일
수정일 : 2010년 8월 2일(1차), 8월 20일(2차)
게재확정일 : 2010년 8월 27일