

P2P 환경에서 실시간 미디어스트리밍의 전송에 관한 연구

유옥동* · 조인준*

*배재대학교 컴퓨터공학과

A study of real-time media streaming delivery over P2P networks

Xu-dong Liu* · In-June Jo*

*Graduate School of Computer Engineering, PaiChai University

E-mail : pccsp@gmail.com, injune@pcu.ac.kr

요 약

실시간 멀티미디어 전송을 위한 P2P환경에서 미디어스트리밍에 관련연구가 진행 중이다. 그러나 P2P망에서 구현한 노드의 이질성, 불안정성 및 미디어스트리밍 데이터의 실시간성 등 특징을 존재하는 것은 미디어 데이터의 품질에 대해 영향이 크다. 따라서 어떤 구조한 P2P 네트워크는 미디어스트리밍 시스템에 대해 더 좋은 것이 중요한 문제가 되었다. 본 논문에서는 P2P 미디어스트리밍 모델인 PCSA(Peers Capability Self-Adaptive)를 제안하였다. 이 모델에서는 노드의 성능에 의한 반 구조화(Half-Structure)의 P2P 오버레이 프로토콜을 구성하여 능동적인 콘텐츠를 확산한 기법을 포함한다. 노드는 자신 성능에 의하여 정보를 수집할 수 있는 기법에 의하여 검색 메시지의 수량은 감소될 수 있으나 고효율의 콘텐츠 검색을 실현하였다. 미디어스트리밍의 서비스 품질을 대한 멀티 소스에 의한 데이터 스케줄(Scheduling) 기법은 미디어 데이터 품질을 향상시킬 수 있다.

ABSTRACT

Recently researches of P2P media streaming have been actively published, but the research what kind of P2P overlay networks are better to delivering media data has not been attended. This paper designs a P2P streaming media system model. In this system, we constructs a Half-Structure P2P overlay protocol based on node's capability as the infrastructure of streaming application, which utilizes the heterogeneity of the nodes to maintain topology, presents a active contents diffusing algorithm and Two-stage search algorithm, make it possible for nodes in P2P system to collect information according their capacity and reduces the number of forwarding packet compared with flooding. Also, we give an optimal scheme to scheduling media data.

키워드

media streaming, p2p network, content

1. 서 론

최근 P2P 파일 공유 기술의 발전은 미디어스트리밍 응용에 더욱 좋은 해결 방법을 제공하였다. P2P 미디어스트리밍 시스템은 P2P 파일 공유 시스템과 가장 다른 것은 노드 간의 데이터 공유 방식이다. 양자는 미디어파일을 모두 다운받은 후에 재생을 하는 Play-after-Downloading과 다운로드와 동시에 재생하는 Play-While-Downloading으로 구별된다. 구체적으로 설명하면, P2P 미디어

스트리밍 시스템에서 하나의 대등 노드 하위 집합은 하나의 특정 미디어파일(또는 파일의 일부)을 가지고 있으며, 당해 파일에 대하여 관심이 있는 기타 노드에게 데이터를 제공한다. 동시에 데이터를 요구하는 노드는 미디어 데이터를 다운 받은 과정에서 당해 미디어 데이터를 다시 방송하고 저장하며, 기타 노드한테 미디어 데이터의 업로드를 제공할 수 있는 노드가 된다. 따라서 전통적 P2P 파일공유 시스템과 비교해 보면, P2P

실시간 미디어스트리밍 시스템은 미디어스트리밍 데이터의 실시간적 전송을 위하여 더욱 엄격한 자원 관리와 제어 기능을 제공하여야 한다.

효율이 높은 P2P 미디어스트리밍 시스템을 설계하는 것을 실현한다면, 하나의 연구는 노드 업로드 대역폭이 다운로드 대역폭과 대칭하지 않기 때문에 미디어스트리밍 데이터 서비스를 제공하는 노드가 제공하는 업로드 대역폭이 미디어 데이터의 재생 속률보다 낮은 가능성이 있는 것이다. 이 문제를 해결하는 방법은 여러 개 데이터 전송 노드를 이용하여 수신 노드의 각 실시간 미디어스트리밍 회화한테 서비스를 제공하는 것이다. 다른 하나의 연구는 동태적, 이질성 대등 인터넷에 있어서, 응용 요구를 만족시킬 수 있는 미디어스트리밍 서비스의 품질을 얻기 위하여 어떻게 각 미디어스트리밍 서비스 세션에 적당한 데이터 전송 노드를 선택, 감시하고 제어하는 것이다. 그러나 동태적 및 이질성은 노드의 성능, 노드간의 인터넷과 연결 상태에 관련된 것이다.

상기 분석에 의하여 우수한 P2P 미디어스트리밍 시스템은 다음과 같은 특징을 가지고 있어야 된다.

1. 확장성 있다
2. 고효율의 미디어 데이터를 검색 기법
3. 노드의 이질성 처리 기법
4. 합리적인 데이터 스케줄 기법

이들을 위해서 본 논문에서는 P2P 미디어스트리밍 모델인 PCSA를 제안하였다. 이 시스템 모델에서는 노드들이 위상 수학을 유지하고 노드들이 용량에 따르는 정보를 수집하고 높은 시스템 재료 처리량, 로드 균형과 전송 실패에 대한 탄력을 확보하기 위한 알고리즘을 사용한다. PCSA 모델에서는 노드들이 그들의 데이터 전송 전에 라우팅 테이블의 용량들을 일치시키고 고효율 검색을 얻는다.

II. 관련 연구

지금까지는 P2P 미디어스트리밍 모델은 두 종류를 구분하였다. 멀티캐스트 트리에 의한 모델 및 Gossip 프로토콜에 의한 모델이다.

1. 멀티캐스트 트리에 의한 모델

멀티캐스트 트리에 의한 모델에서 노드는 트리형 구조로 구성되었다. 전형적인 시스템은 PeerCast, SpiltStream 등이다. PeerCast 시스템에서 부모 노드는 자식 노드한테 서비스를 제공하였다. 노드의 가입 및 이탈 기법은 간단하지만 P2P 시스템에서 노드의 불안정성은 노드의 로드 균형을 향상시킬 수 없다. 또한 많이 존재하는 단말 노드는 다른 노드한테 서비스를 제공할 수 없다. 시스템에서는 노드의 자원을 충분하게 이용하지 않는다. SpiltStream 시스템은 이 문제를 해결하기 위하여 시스템에서 MDC(Multiple

Description Coding)의 배치를 통하여 멀티 트리 구조를 구성하였다. 이 모델은 모두 강력한 근원 노드에 의존하며 시스템의 확장성에 제약이 있다.

2.Gossip 프로토콜에 의한 모델

Gossip 프로토콜에 의한 모델에서는 노드간의 관계를 명확하게 정의하지 않고 노드간의 복잡한 토폴로지를 구성하는 것이 필요 없다. 노드는 임의로 노드를 선택하여 메시지를 보낸다. 메시지를 받는 노드가 다시 다른 노드한테 전송한다. 시스템에서 모든 노드가 메시지를 받을 때까지 처리한다. 이러한 시스템에서는 큰 버퍼를 요구하여 시스템이 느려진다. 전형적인 시스템은 DONet이다. DONet 시스템에서 노드는 유일한 식별자(예: IP주소)가 부여되고 다른 노드 식별자를 가지고 있는 캐시를 유지한다. 노드는 가입할 때 하나의 근원 노드한테 연결하여 근원 노드는 자신 캐시에서 하나 노드를 닦치는 대로 선택하여 가입 노드의 대리 노드가 된다. 가입 노드는 대리 노드에서 초기 파트너 집합이 된다.

3.MPR (Multi-Point Relay)

순수한 Flooding의 방식에서 각 노드는 수신하는 메시지를 다시 자신의 이웃 노드한테 전송한다. 이웃 노드는 수신하는 방송 메시지를 다시 그들의 각각 이웃 노드한테 전송한다. MPR 기술은 어떤 특별한 이웃 노드 집합을 선택하여 메시지를 전송한다. 이 집합밖에 있는 이웃 노드는 다만 이 메시지를 수신할 뿐이고, 다시 전송하지 않는다. 이런 체계를 통하여 시스템에서 충돌 메시지를 간소시킬 수 있고 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

III. 제안 PCSA 시스템

1. P2P 오버레이 네트워크 설계

PCSA 시스템에 대하여 노드 성능이란 개념이 매우 중요하다. 노드 능력은 노드의 대역폭, CPU, 캐시 메모리 등 파라미터를 포함한다. 미디어스트리밍 서비스 품질에 대하여 가장 중요한 파라미터는 노드의 대역폭이다. 그래서 본 모델에서 노드의 대역폭을 가장 중요한 파라미터로 간주한다. 그리고 이 파라미터에 의하여 노드에 레벨을 구분한다.

가. 노드 가입 및 관리 기법

[표 1] 용어의 정의

표시	의미
L(I)	노드의 능력 레벨
Th(I)	이웃 노드 리스트의 최대치
F(I)	초기 취득 할 수 있는 노드 집합
N(I)	이웃 노드 리스트 크기
Np(I)	부모 노드 리스트 크기
Nc(I)	자식 노드 리스트 크기

노드 X는 시스템에 가입할 때 먼저 Gnutella처럼 하나 노드의 웹 캐시를 연결하거나 혹은 자신에서 이미 기억된 노드 리스트를 통하여 초기 노드 리스트를 얻는다. X는 이 리스트에서 모든 레벨이 L(X) 보다 높은 노드를 선택하여 X의 초기 노드 리스트(F(X)로 표시함)를 구성한다. X는 F(X)에서의 노드에게 PING 메시지로 연결요구 메시지를 전송한다. F(X)에서의 노드는 이런 PING 메시지를 취득한 후에 먼저 자신의 현재 노드 리스트 크기를 검사한다. 만약 상한에 달하지 않는다면 X한테 PONG 메시지를 반응한다.

노드X는 모든 PONG 메시지를 받는 노드를 배열하여 앞에 있는 Th(X) 개 노드를 선택하여 그들에게 CONNECT 메시지를 전송하고 연결을 설치해 본다. 만약 X한테 전송하는 노드 수량이 Th(X)보다 적다면 X는 계속 다른 노드한테 노드 리스트를 요구한다.

만약 노드Y는 노드 X로부터 이런 연결 메시지를 받는다면 Y는 먼저 N(Y)을 검사한다. N(Y) < Th(Y) 이면 Y는 X를 자식 이웃 노드 리스트에 가입한다. 이때 N(Y)=Th(Y) 이면 Y는 자신의 이웃 리스트에서 노드의 레벨이 X 보다 작은 레벨이 있는지 여부를 검사한다. 만약 이런 노드는 존재한다면(M으로 표시함), Y는 M한테 메시지를 전송하여 M으로부터 Y까지의 연결은 다시 X한테 지향하고 X를 자식 이웃 노드로 추가한다.

PCSA 시스템에서 노드는 이웃 노드한테 주기적으로 메시지(Heartbeat Message)를 전송한다. 만약 하나 노드의 몇 개 주기 내에서 이웃 노드의 메시지를 못 받으면 이웃 노드의 상태는 자리 비움으로 간주되어 이 노드를 이웃 리스트에서 삭제한다.

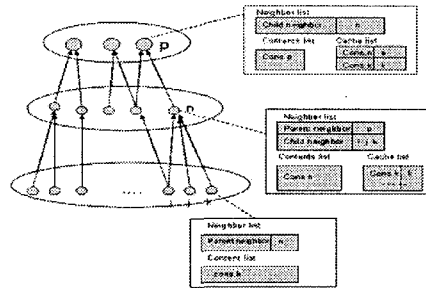
나. 능동적인 콘텐츠 확산 방식

P2P 네트워크에서 노드의 이질성을 충분히게 이용하기 위하여 PCSA 시스템에서의 각 노드는 모두 능동적으로 자신의 기억하는 파일 메시지 및 기타 노드는 자기한테 전송하는 메시지를 함께 그의 부모 노드에게 전송하여야 한다. 위상 소개한 토폴로지 유지 알고리즘은 노드 정보를 약한 노드로부터 강한 노드에게 차례로 보고할 수 있다. 시스템에서 노드가 가지고 있는 정보는 자신의 성능과 관련된다. 노드 간에 서로 전송하는 메시지(Heartbeat Message)를 통하여 미디어스트리밍 데이터를 업데이트할 수 있다. 따라서 노드는 기타 노드로부터 전송하는 검색요구 메시지를 수신할 때 자신이 기억하는 파일을 검색하고 검색 메시지를 그의 자식 이웃 노드에게 전하지 않는다. 이렇게 한다면 검색시간과 메시지의 수를 감소시킬 수 있다. 본 논문에서 설정하는 파일 메시지의 전송방식이 약한 노드로부터 강한 노드에게 확산되기 때문에 강한 노드가 많은 파일 정보를 가지고 있게 된다. 따라서 이런 기제는 실제 시스템에서 실현이 가능하게 된다. PCSA에서 메시지를 확산기계의 예가 [그림 1] 과 같다.

다. 두 단계 검색(Search) 알고리즘

고효율과 확고한 검색 알고리즘을 실현하기 위하여 본 논문에서는 검색 알고리즘을 두 단계로 설계하였다. 임의(Random)의 단계와 MPR 단계이다. 이 과정은 다음과 같다.

먼저 자신에서 대응한 검색 요구를 만족시킬 수 있는 데이터 파일을 검색한다. 파일이 있다면 직접 검색 요구를 전송하는 근원 노드에게 검색 결과를 전송한다. 그렇지 않다면 다음과 같은 절차를 거친다.



[그림 1] 능동적인 콘텐츠 확산 방식

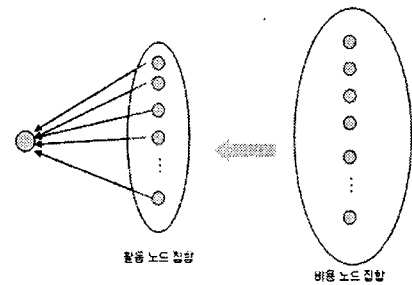
[Step 1] X는 부모노드 리스트에서 Y노드를 선택하여 Y한테 검색 요구를 전송한다. 노드Y는 노드X와 같은 검색과정을 수행한다. 이 검색 요구는 어떤 최고 레벨 노드에 도착한 후에 아직도 요구를 만족시킬 수 있는 파일 내용을 찾을 수 없다면, 검색 알고리즘은 Step 2를 처리한다.

[Step 2] 본 단계에서는 대량 쓸데없는 Broadcast 메시지를 간소시키기 위하여 MPR에 의한 Broadcast 기법을 도입한다. 검색 요구는 PCSA 시스템에서의 최고 레벨 노드 간에 Broadcast된다.

2. PCSA에 대한 품질제어

가. 노드의 선택기법

PCSA 시스템에서 서비스를 제공한 노드집합을 선택하는 과정은 다음과 같다.



[그림 2] 노드의 선택기법

[Step 1] 미디어스트리밍 데이터를 제공할 수 있는 노드의 능력을 각각 개선하여 능력에 의하여 순서로서 위치시킨다.

[Step 2] 미디어스트리밍 데이터를 수신한 노드는 자신의 성능에 의하여 앞에 N개 서비스를 제공한 노드를 선택하여 활동 노드 집합이 구성된다. 나머지는 비용 노드 집합이 구성된다.

[Step 3] 활동 노드는 노드 A한테 서비스를 제공할 때 성능을 떨어진다면 비용 노드 집합에서 성능이 더 좋은 노드를 선택하여 활동 노드 집합에 추가한다.

나. 데이터 스케줄(Scheduling) 기법

데이터 스케줄이란 어떻게 여러 개 데이터노드 간에 데이터를 전송하는 것을 말한다. 구체적으로 말하면, 먼저 데이터 전송 노드 간의 업로드 대역폭이 각자 다른 하나의 데이터 청구 노드와 하나의 데이터 전송 노드 집합을 선택하며, 데이터 전송 지연의 최소화를 위하여 어떻게 각 데이터 전송 노드 간에 설립된 데이터 전송 통로에서 데이터 전송 속도와 데이터 블록 순서번호를 스케줄하는 것이다. PCSA에서 데이터 스케줄 기법은 다음과 같다.

선택된 데이터전송노드집합에서 (1)에 의하여 각 노드의 TCP-friendly 대역폭을 계산할 수 있다. R0는 재생 속도이다. 고품질의 미디어스트리밍 서비스를 얻는다면 반드시 조건 (2)을 만족시켜야 한다.

$$(1) \quad B = \frac{r}{R \sqrt{\frac{2p}{3}} + T_{ro} (\sqrt{\frac{2p}{3}}) p (1 + 32 p^2)}$$

$$(2) \quad \sum_{i=1}^N B_i \geq R_0$$

각 데이터 블록에 대하여 그는 수신자에 도착하는 시간과 재생 시간 간의 차이가 가장 클 때 미디어스트리밍의 연속 재생을 확보하는 가능성이 가장 높다. 이 알고리즘은 다음과 같다.

N: t 시간 내 재생한 데이터 블록 수량

X: t 시간 내 받는 데이터 블록 수량

X ≥ N

Y: 노드의 전송 지연

A: 데이터 블록의 전송시간 A=Y+2RTT

D: 버퍼에서 저장한 데이터 블록의 수량

각 데이터 전송 노드의 A를 계산하여 배열한다.

A1 < A2 < < An

(D-N)n은 t 시간 내 버퍼에서 나머지 데이터의 연속 번호이다.

데이터 수신 노드는 데이터를 전송한 노드에게 대응한 데이터 블록번호를 전송한다.

A1--(D-N)1

A2--(D-N)2

.....

An--(D-N)n

IV. 검토 및 고찰

P2P 미디어스트리밍 시스템은 2가지 측면에서

검토 및 고찰 할 수 있다. 첫째, 고 효율의 콘텐츠 검색 알고리즘인 능동적인 콘텐츠 확산기법 및 두 단계 검색 알고리즘을 통하여 Flooding broadcast 방식에 대하여 성능을 개선할 수 있다. 둘째, 미디어스트리밍의 품질을 대한 제어 기법인 멀티 소스를 선택한 방식은 단일 소스의 시스템에서 업로드 대역폭 문제를 해결하였다. 또한 제안된 데이터 스케줄 기법은 합리적인 노드의 성능을 이용하여 고 품질의 미디어스트리밍 서비스를 제공할 수 있다.

V. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 P2P 미디어스트리밍의 관련연구를 분석하여 문제점을 도출하였다. P2P망에서 구현한 노드의 이질성, 불안정성 등 특징에 대하여 노드의 성능에 의한 반 구조화(Half-Structure)의 P2P 오버레이 프로토콜을 구성하였다. 이 프로토콜을 통하여 고품질의 미디어스트리밍 데이터를 배송하는 시스템인 PCSA를 제안하였다. 노드는 자신 성능에 의하여 정보를 수집할 수 있는 기법에 의하여 검색 메시지의 수량은 감소될 수 있으나 고효율의 콘텐츠 검색을 실현하였다.

[참고문헌]

[1]Gnutella: <http://PPgnutella.wego.com/>
 [2]Deshpande.H, Streaming live Media over a Peer-to-Peer Network.
 [3]Amir Qayyum, "Multipoint Relaying for Flooding Broadcast Messages in Mobile Wireless Networks"
 [4]Miguel Castro, Splitstream: High-bandwidth Content Distribution in Cooperative Environments.
 [5]XinyanZhang, "CoolStreaming/DONet: A Data-Driven Overlay Network for Efficient Live Media Streaming"
 [6]Y. Chawathe, Making Gnutella-like P2P Systems Scalable.