

P2P 환경에서 멀티미디어 콘텐츠 검색과 스트리밍에 관한 연구

Study of Multimedia Contents Search and Streaming Service in P2P Environment

이지현, Jihyun Lee*, 이광민, Kwangmin Lee*, 조상연, Sangyeon Cho*, 한광록, Kwangrok Han*

*호서대학교 컴퓨터공학과

요약 본 논문에서는 P2P 환경에서 사용자간에 멀티미디어 콘텐츠를 공유하는 목적의 시스템 구현에 초점을 맞추어 P2P 네트워크에서 피어들 간에 멀티미디어 콘텐츠를 공유하고 구간정보를 이용하여 효율적으로 스트리밍 하는 방법에 대하여 논한다. 피어들은 멀티미디어 콘텐츠의 관심 있는 부분만을 쉽고 편리하게 추출하려는 경향이 있기 때문에 멀티미디어 콘텐츠에서 구간정보를 색인한 파일을 만들어 검색서버에 등록된 후 피어들의 요청이 있을 때 이 구간정보를 이용하여 필요한 부분만을 스트리밍 서비스 할 수 있도록 한다. **많은 피어들의 서버 접속으로 인한 서버의 부하를 줄이기 위해 P2P 환경에서의 스트리밍 기술을 이용하여** 피어의 PC가 필요에 따라 서버 기능을 할 수 있도록 기능을 구현하고, 검색서버에서 제공되는 구간정보에 따라 해당하는 피어가 구간별로 멀티미디어 콘텐츠를 스트리밍 한다.

핵심어: 정보검색, P2P, 스트리밍, 구간정보

1. 서론

컴퓨터와 통신기술의 발전으로 인하여 정지화상, 음성, 동영상 등의 대용량 멀티미디어 콘텐츠 서비스가 보편화 되었다[1]. 그러나 사용자들은 대용량의 멀티미디어 콘텐츠를 서비스 받기 보다는 필요한 정보만 추출해서 서비스 받기 원한다. 요즘에는 네트워크 기술과 멀티미디어 데이터 전송 기술의 발달 그리고 멀티미디어 콘텐츠 공급자들의 저작권 문제와 대용량의 멀티미디어 콘텐츠를 전송 받는데 걸리는 시간문제에 의해 다운로드 보다는 스트리밍 서비스가 보편화 되고 있다[2]. 이러한 점을 고려하여 본 논문에서는 멀티미디어 콘텐츠를 전송받는데 걸리는 시간을 줄이고 동시 접속자 수에 따른 서버의 부하를 개선하기 위해서 P2P(Peer To Peer) 환경에서 구간정보만을 이용하여 스트리밍 서비스 하는 방법에 대하여 논한다.

P2P는 인터넷에서 서버 컴퓨터를 거치지 않고 정보를 찾는 사람과 정보를 가지고 있는 사람의 컴퓨터를 직접 연결시켜 데이터를 공유할 수 있게 해 주는 기술을 말한다. P2P에서는 통신이 가능한 모든 정보 단말을 피어(peer)라고 하

며 기존의 네트워크 모델에서 단순히 클라이언트로 동작하던 개인용 컴퓨터나 모바일 단말도 하나의 피어가 될 수 있다. P2P가 가지는 가장 중요한 기술적 의미 중 하나는 자원의 분산에 있다고 할 수 있다. 클라이언트/서버 방식에서는 파일을 공유하기 위해서 특정 서버에 공유할 파일을 올리고 사용자들은 이 서버를 통해 파일을 다운로드 받아야 했다. 이러한 방식은 하나의 서버에 필요 이상의 부하를 주고 문제가 발생할 경우 서비스 제공이 중단되는 단일지점 오류가 발생할 수 있다. 그러나 P2P 방식은 사용자들 간의 직접적인 연결을 통하여 서로의 파일을 공유할 수 있기 때문에 여러 서버로 트래픽이 분산되어 병목현상이나 단일지점 오류를 피할 수 있고 확장성을 제공할 수 있다[2].

본 논문에서는 멀티미디어 콘텐츠에 존재하는 구간정보를 추출하여 파일로 만들고 이 파일을 검색서버에 저장한 뒤 필요한 정보를 검색하는 것에 관하여 기술한다. 또한 필요한 정보를 검색하고 다운받아 P2P 환경에서 피어들 간에 구간정보를 스트리밍 해 주는 기능도 추가하였다.

2. 관련연구

● 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음

파일 전송 시 발생하는 서버 부하 분산과 관련된 연구로는 P2P를 이용한 시스템이 있다.

P2P는 인터넷 애플리케이션 중 하나로 참여하는 모든 피어들이 클라이언트와 서버의 역할을 모두 수행한다[3-5]. 예를 들어 파일 공유 P2P 네트워크에 참여하는 피어는 파일의 전송을 요청할 수도 있고 다른 피어들에게 파일 전송 서비스를 제공할 수도 있으므로 기존의 클라이언트/서버 구조에 비해 확장성이 있다. P2P 네트워크는 Napster 방식과 Gnutella 방식으로 구분할 수 있다.

2.1 Napster 방식

이 방식은 하이브리드 P2P 방식으로 각 피어들이 서비스를 제공하는 특정 서버에 접속한 후 공유한 파일에 대한 정보를 서버에 전송하게 되며 이 정보를 받은 서버는 각 피어들의 파일 목록을 관리하게 된다. 이후 다른 피어가 특정 파일을 찾기 위해 검색 메시지를 서버에 전송할 경우 서버는 각 피어들이 보낸 파일 목록 중 사용자가 원하는 파일과 보유한 피어주소, 파일명 등의 정보를 요청한 피어에게 전달하게 되며 이 메시지를 받은 피어는 파일을 보유한 피어와 직접 연결을 맺음으로써 파일을 수신할 수 있게 된다[6-7]. 그림 1에서 Napster 방식의 네트워크 구조를 보여주고 있다.

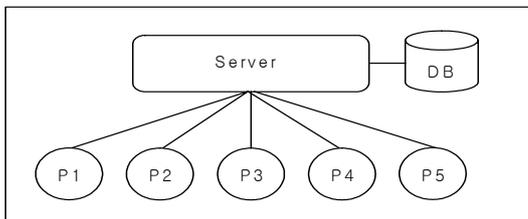


그림 1. Napster 방식의 네트워크 구조

Napster 방식은 기존 클라이언트/서버 구조에서 사용자들이 특정 파일을 서버에서 받아감으로써 발생하는 네트워크 트래픽을 일반 피어들에게 분산시킴으로써 자원을 빠른 속도로 공유할 수 있다는 장점을 가지고 있다[8-9].

2.2 Gnutella 방식

이 방식은 순수 P2P 방식으로 특정 서버를 필요로 하지 않으며 각 피어들로 하여금 서버와 클라이언트의 기능을 모두 가지게 하는 방식이다[10-11]. 본 논문에서는 각 피어에게 서버와 클라이언트의 기능을 모두 부여하기 위해서

Gnutella 방식을 사용하였다. 그림 2에서 Gnutella 방식의 네트워크 구조를 보여주고 있다.

한 피어에서 Gnutella 방식을 이용하는 프로그램이 처음 실행될 때에는 Gnutella 네트워크에 참여하고 있는 다른 하나 이상의 피어 IP 주소를 입력/연결해 주어야 하며 이런 방식으로 모든 피어들은 피라미드식으로 연결되어 무제한의 자료를 공유하게 된다. 그러나 Gnutella 방식은 각 피어들이 자원을 검색하기 위해 다른 피어에게 메시지를 전송하는 경우 Gnutella 네트워크에 참여하고 있는 수많은 피어들에게 메시지들이 전송되기 때문에 자원 검색 속도의 저하를 일으키는 단점이 있다. 또한 프로그램에 입력된 IP 주소와의 연결이 모두 끊어지는 경우 더 이상의 서비스를 제공받을 수 없다는 단점이 있다.

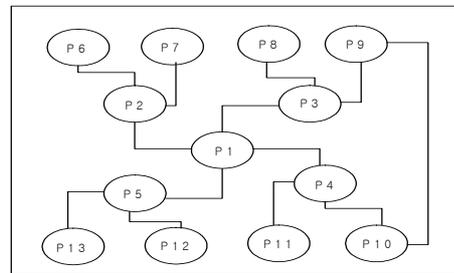


그림 2. Gnutella 방식의 네트워크 구조

본 논문에서는 이전 P2P 구현들이 단순히 파일 공유에 초점을 둔 것과 달리 구간정보를 이용한 스트리밍 서비스에 관하여 논한다. Gnutella 방식의 P2P 구조를 사용함으로써 피어의 요청이 집중되어 발생하는 서버의 부하를 개선 할 뿐만 아니라 피어가 필요로 하는 구간정보만을 스트리밍 서비스하기 때문에 정보를 공유하는데 걸리는 시간을 줄일 수 있다.

3. 검색서버와 스트리밍 서비스 구현

3.1 시스템 개요

본 논문에서는 Gnutella 방식과 질의응답 시스템을 이용하여 피어간에 멀티미디어 콘텐츠의 구간정보를 공유하는 시스템을 구현한다. 본 장에서는 멀티미디어 콘텐츠의 구간정보를 인덱싱하여 검색서버에 저장하고, 피어의 질의에 대응하여 검색서버에서 필요한 멀티미디어 콘텐츠만을 검색하여 해당 피어에게 결과를 반환하면 피어는 반환된 정보를 바탕으로 콘텐츠를 공유하고 있는 피어들 간에 스트리밍 하

는 방법에 대하여 논한다. 본 논문의 시스템 구성은 그림 3과 같으며, 멀티미디어 콘텐츠의 정보가 구간별로 인덱싱 되어 있는 파일을 구간정보 파일이라고 한다.

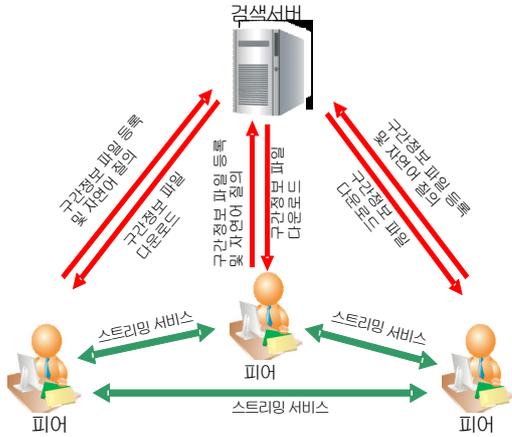


그림 3. 시스템 구성

그림 3에 나타난 바와 같이 시스템은 구간정보 파일을 등록받고 피어의 질의에 대응하여 검색하는 검색서버와 구간정보 파일을 기반으로 멀티미디어 콘텐츠를 공유하는 피어들 간에 스트리밍 서비스하는 부분으로 구성된다. 구간정보 파일은 Action, Module, Situation으로 구성된 멀티미디어 콘텐츠의 정보를 인덱싱하여 계층형 구조로 생성한 파일이다.

표 1은 구간정보를 구성하고 있는 Action, Module, Situation에 대하여 나타낸다.

표 1. 구간정보의 구성요소

구 성	내 용
Action(액션)	- 멀티미디어 콘텐츠의 구간정보를 포함 - 액션의 시작시간부터 정지시간까지 재생
Module(모듈)	- 관련 액션이 하나의 인덱스로 묶여 있음 - 해당 모듈에 포함된 액션이 순서대로 재생
Situation(상황)	- 관련 액션과 모듈이 하나의 인덱스로 묶여 있음 - 해당 상황에 포함된 액션이 순서대로 재생

Action은 구간정보 파일을 구성하는 가장 작은 단위로 멀티미디어 콘텐츠의 재생 시작 시간 및 재생 종료 시간을 포함하고 있다. Module은 관련된 여러 개의 Action으로 구성

되어 있으며 Situation은 관련된 여러 개의 Action과 Module로 구성되어 있다. Module과 Situation은 재생 시 각각에 포함된 Action이 순서대로 재생된다.

검색서버는 피어가 등록한 구간정보 파일을 색인화하여 저장하고 관리하는 색인 데이터베이스 모듈과 피어의 질의에 대응하여 색인 데이터베이스에서 구간정보 파일을 검색하는 검색 모듈로 구성된다. 피어는 구간정보 파일을 생성하는 멀티미디어 저작도구와 검색서버에 구간정보 파일을 등록하고 요청하기 위한 사용자 인터페이스가 있으며, 스트리밍 서비스를 제공할 수 있는 미디어 서버와 스트리밍 서비스되는 멀티미디어 콘텐츠를 재생할 수 있는 재생기(player)로 구성된다. 피어가 소유하고 있는 미디어 서버는 엔코딩 모듈과 스트리밍 모듈로 구성된다.

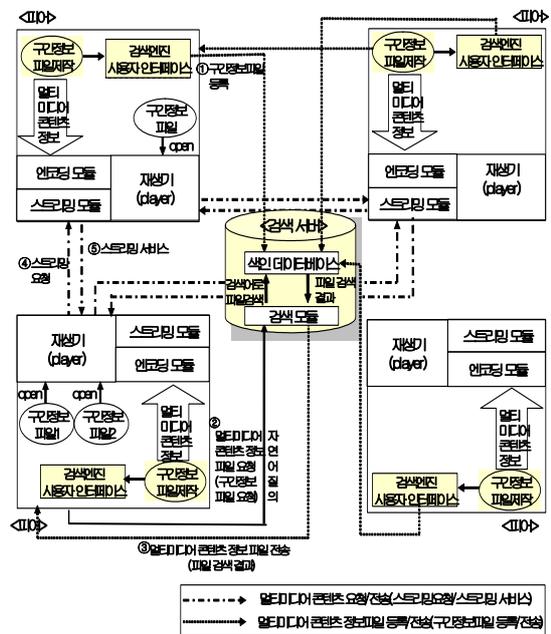


그림 4. 검색서버와 스트리밍 서비스

그림 4와 같이 각각의 피어는 구간정보 파일을 작성하여 검색서버에 등록하거나 원하는 멀티미디어 콘텐츠 정보가 있다면 자연어 등에 의한 질의어를 통해 검색서버에 파일을 요청하거나 구간정보 파일을 소유하고 있는 피어에게 요청한다. 검색서버는 해당 질의의 검색 결과인 구간정보 파일 리스트를 요청한 피어에게 전송하고, 피어는 전송받은 구간정보 파일 리스트를 기초로 하여 해당 멀티미디어 콘텐츠를 소유하고 있는 피어에게 스트리밍 서비스를 요청하고 서비스를 받는다.

3.2 구간정보 파일의 생성

구간정보 파일은 저작 도구에 의해서 생성되며, 다수의 사용자가 하나의 동영상 파일에 대하여 사용자 별로 여러 가지 인덱싱을 할 수 있다. 구간정보 파일 저작도구를 이용하면 동영상을 보면서 책의 목차처럼 영상 목차 라이브러리를 생성할 수 있다. 동영상의 특정 부분 검색과 동영상을 보면서 원하는 부분으로 이동이 간편한 특징이 있다.

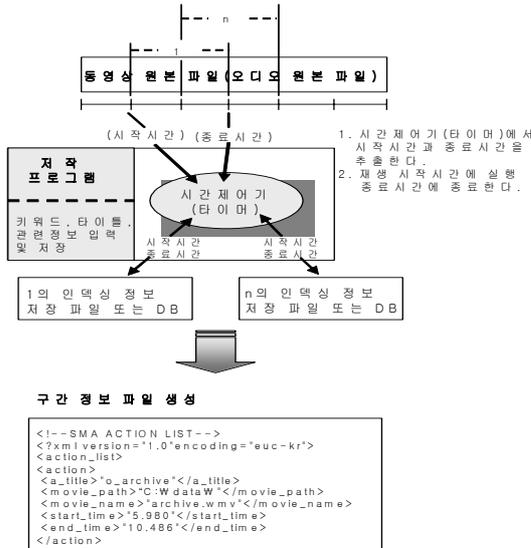


그림 5. 구간정보 파일 생성

그림 5와 같이 사용자가 멀티미디어 콘텐츠를 재생하면서 원하는 일부분의 시작과 종료를 표시하며 이 정보는 시간 제어기에 의해 저장된다. 저장과 동시에 사용자는 각 부분에 대한 임의의 키워드나 타이틀 등의 인덱싱 작업을 수행하며, 나중에 이 부분만을 검색하려면 키워드나 타이틀 등 사전에 사용자 임의로 작성한 인덱싱을 통해 쉽게 검색이 가능하다.

구간정보 파일은 멀티미디어 콘텐츠의 구간을 나누어 의미 있는 구간들이 계층형으로 묶여 있으며, Situation, Module, Action으로 분류하여 볼 수 있다. 그림 6은 구간정보 파일의 예를 나타낸다. 멀티미디어 콘텐츠의 구간정보는 situation-module-action, situation-action, action 등 세 가지 방법으로 저장된다.

그림 6에 나타난 바와 같이 <action>과 </action> 사이에 멀티미디어 콘텐츠의 정보가 저장된다. 이렇게 저장된 멀티미디어 콘텐츠의 정보가 여러 개 모여서 하나의 인덱싱된 구간정보 파일이 생성되며 원하는 구간을 선택하여 스트리밍 서비스를 제공 받는다.

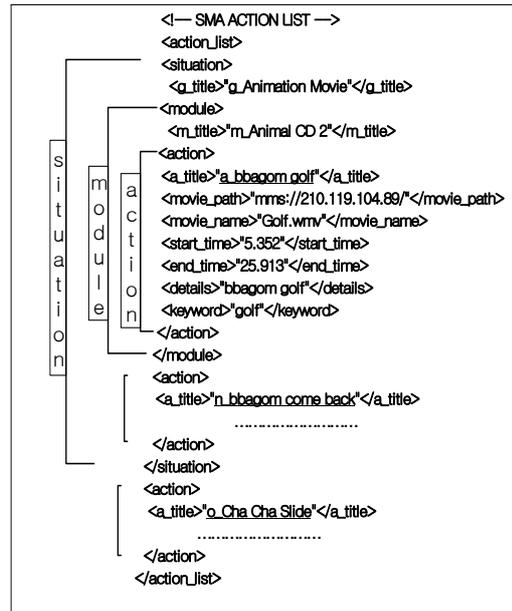


그림 6. 구간 정보 파일의 예

3.3 검색서버

검색서버는 색인 데이터베이스 모듈과 검색 모듈로 구성되며 색인화와 검색이라는 두 가지 기능을 한다. 그림 7은 검색서버의 구성을 나타낸다.

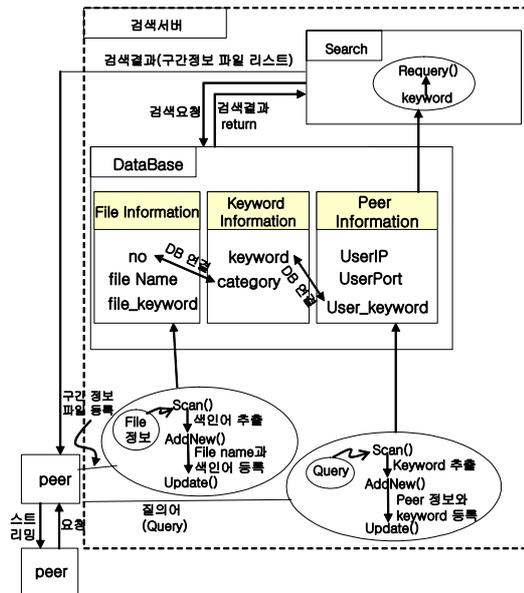


그림 7. 검색서버의 구성

피어는 검색서버 인터페이스를 통해 작성한 구간정보 파

일을 등록하거나 원하는 정보가 있는 구간정보 파일을 요청할 수 있다. 그림 7과 같이 피어가 작성한 구간정보 파일이 검색서버에 등록되면 파일의 정보가 색인화 과정을 거쳐 색인으로 추출되고, 색인 데이터베이스에서 구간정보 파일의 정보를 담고 있는 테이블(File Information)에 저장된다. 각각의 구간정보 파일로부터 추출된 색인어들은 키워드 정보 테이블(Keyword Information)에 저장된다. 또한 피어가 검색서버에 자연어 등의 질의어를 이용하여 질의를 하면, 질의어는 형태소 분석 과정을 거쳐 키워드로 추출되어 피어의 정보와 함께 피어 정보 테이블(Peer Information)에 저장된다. 질의어에서 추출된 키워드를 이용하여 검색 모듈을 통해 구간정보 파일의 검색이 이루어지고, 검색 결과로 생성된 구간정보 파일 리스트를 해당 피어에게 전송한다.

3.3.1 색인화와 검색

색인화 과정은 검색 과정에서 사용할 수 있도록 구간정보 파일의 Action을 구성하고 있는 <title>, <details>, <keyword> 영역의 내용으로부터 색인어를 추출하여 데이터베이스에 저장하는 과정이다.

표 2는 구간정보 파일에서 각 영역에 해당하는 태그값을 나타내고 있다.

표 2. 구간 정보 파일의 태그 값

태그명	태그 값
title	멀티미디어 콘텐츠의 주제
movie_path	멀티미디어 콘텐츠를 소유하고 있는 피어의 IP
movie_name	멀티미디어 콘텐츠의 파일명
start_time	멀티미디어 콘텐츠의 재생 시작시간
end_time	멀티미디어 콘텐츠의 재생 종료시간
details	멀티미디어 콘텐츠의 세부 정보
keyword	멀티미디어 콘텐츠를 대표하는 키워드

구간정보 파일의 색인화 과정과 검색 과정을 그림 6에 나타낸다. 색인화 과정은 그림 8에 나타낸 바와 같이 구간정보 파일로부터 <title>, <details>, <keyword> 영역의 내용을 추출하여 각 문장에 대하여 형태소 분석과 태깅 과정을 거친다. 태깅 과정 후 불용어 제거 과정을 통하여 최종 색인어를 추출하고 색인 데이터베이스에 저장한다.

그림 8과 같이 검색 과정은 자연어 질의를 기본 입력으로 하고 형태소 분석을 통해서 키워드와 연산자를 분류한 후 키워드를 이용하여 질의어에 대응하는 구간정보 파일을 검

색한다.

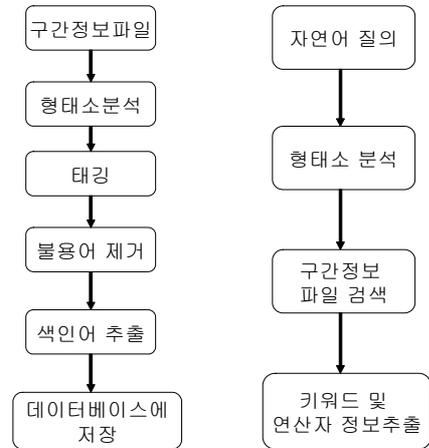


그림 8. 구간정보 파일의 색인화와 검색

3.4 스트리밍 서비스

그림 9에서는 피어간에 스트리밍 서비스를 요청하고 스트리밍 서비스를 제공하는 과정을 나타낸다.

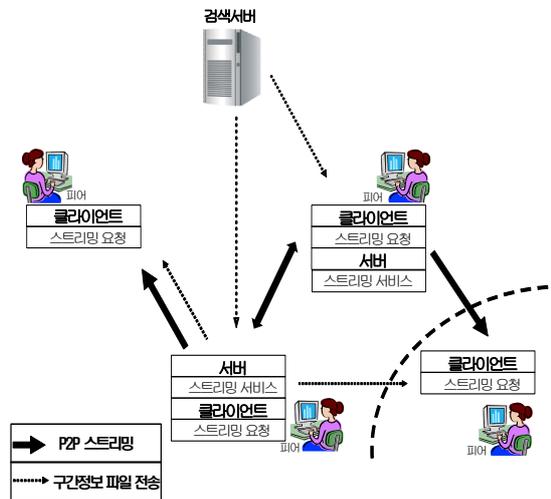


그림 9. 스트리밍 서비스

각각의 피어들은 자신이 서버가 되는 동시에 클라이언트가 될 수 있으므로 다른 피어에게 스트리밍 서비스를 제공하면서 스트리밍 서비스를 요청할 수 있다. P2P 스트리밍 서비스를 엔코딩과 서비스로 구성한다.

3.4.1 스트리밍 파일 작성

구간정보에 의한 스트리밍 서비스를 하기 위해서는 그림 10과 같이 구간정보 파일로부터 멀티미디어 콘텐츠의 경로 및 파일명과 시간정보 추출, 인코딩, 인코딩 된 멀티미디어 콘텐츠를 시간정보에 맞춰 분할, 스트리밍 환경설정 파일 생성, 스트리밍 서비스를 위한 구간정보 파일 생성의 과정을 거친다.

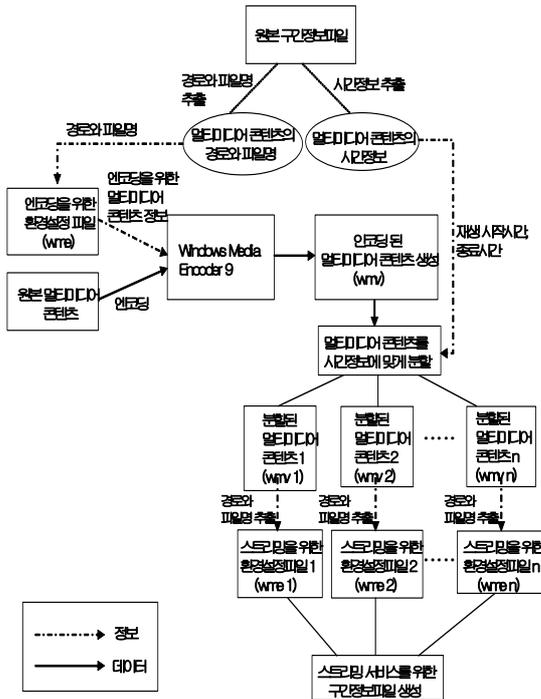


그림 10. 파일 작성 과정

인코딩 할 멀티미디어 콘텐츠와 대응하는 구간정보 파일을 선택하여 멀티미디어 콘텐츠의 파일명과 파일 경로를 추출하고 인코딩용 환경파일에 적용한다. 생성된 인코딩 환경 설정 파일로부터 멀티미디어 콘텐츠의 정보를 추출하여 멀티미디어 콘텐츠의 인코딩이 이루어지고 인코딩 된 멀티미디어 콘텐츠가 생성된다. 인코딩 된 멀티미디어 콘텐츠를 구간정보 파일에서 추출한 재생 시작시간과 재생 종료시간에 맞춰 분할하면 구간별로 분할된 멀티미디어 콘텐츠가 생성된다. 구간별로 분할되어 새로운 이름으로 저장도니 멀티미디어 콘텐츠의 경로와 파일명을 이용하여 스트리밍용 환경 설정 파일을 생성하고 구간정보 파일의 <movie_name> 태그 값도 수정해 준다.

다음은 구간정보 파일의 <movie_name> 태그 값이 수정된 것을 보여준다.

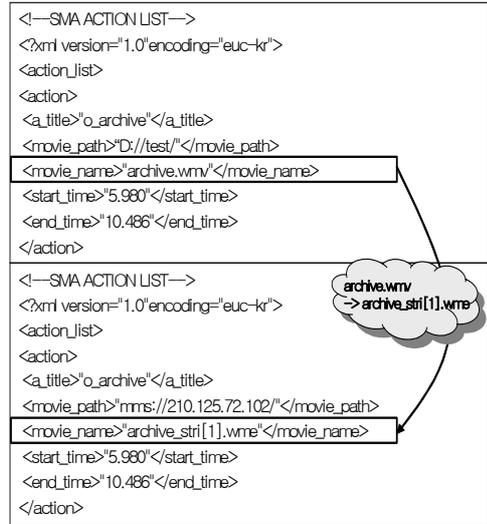


그림 11. 수정된 태그 값

그림 11에서 나타난 바와 같이 구간 정보 파일의 <movie_name>의 태그 값이 'archive.wmv'에서 'archive_stri[1].wme'로 변경된 것을 볼 수 있다.

3.4.2 스트리밍 서비스

스트리밍 서비스는 그림 12와 같이 피어의 서버 기능 시작, 사용 가능한 포트 번호 전송 그리고 스트리밍 서비스로 나눌 수 있다.

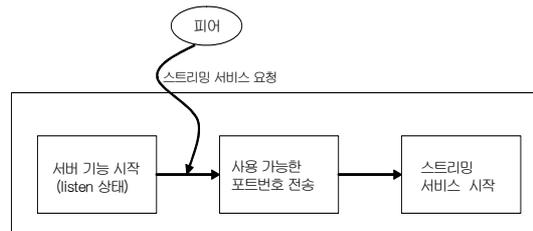


그림 12. 스트리밍 서비스 과정

각각의 피어는 서버로서의 기능이 시작되고 다른 피어로부터 스트리밍 서비스 요청을 기다린다. 다른 피어로부터 스트리밍 서비스 요청이 오면 사용 가능한 포트 번호를 전송하고 스트리밍 서비스를 제공한다.

4. 실험 및 성능 평가

본 논문에서는 파일의 용량이 작아 관리가 용이한 구간정보 파일만을 중앙에서 관리함으로써 검색의 효율성을 높이고, 스트리밍 서비스의 경우 순수한 Gnutella 방식의 P2P 구조를 사용하여 서버의 부하를 줄일 수 있게 하였다. 또한 서로 다른 CPU 환경에서 접속자 수가 늘어났을 때 CPU 점유율이 어느 정도 상승하고, 비트 전송률과 전송되는 데이터 수가 증가함에 따라 어느 정도의 패킷 손실이 발생하는지 평가하였다.

그림 13에서 구간정보 파일 검색과 스트리밍 서비스 과정을 나타낸다.

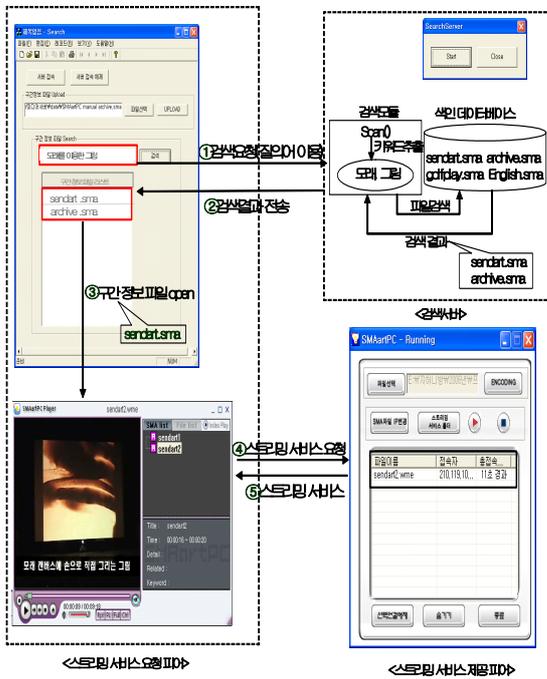


그림 13. 구간정보 파일 검색과 스트리밍 서비스

예를 들어 그림 13과 같이 '모래를 이용한 그림'이라는 질의어를 입력하고 검색 버튼을 누르면 검색서버의 검색 모듈에서 형태소 분석 과정을 통해 '모래', '그림'이라는 키워드를 추출한다. 이 키워드를 이용하여 색인 데이터베이스에서 대응하는 구간정보 파일을 검색하고, 검색 결과로 나온 구간정보 파일 리스트를 요청한 피어에게 전송한다. 검색 결과로 나온 'sendart.sma'와 'archive.sma' 중 원하는 파일을 다운로드 받아 재생도구에서 열고 스트리밍 서비스를 요청한다. 'sendart.sma'의 구간정보를 요청한 피어는 자신이 원하는 정보를 스트리밍 서비스 받을 수 있다. 스트리밍 서비스를 제공하는 피어는 자신에게 접속한 피어

의 IP와 총 접속시간, 스트리밍 서비스 되고 있는 파일 이름 등을 확인 할 수 있다.

본 논문에서는 스트리밍 서비스를 제공할 때 CPU 사양이 1GB, 3GB인 환경에서 접속자 수에 따른 CPU 점유율이 어느 정도 되는지 평가하였다. 또한 멀티미디어 콘텐츠의 용량이 1MB, 5MB인 경우 비트 전송률에 따른 패킷 손실률을 평가하였다. 그림 14에 나타난 바와 같이 CPU 점유율의 경우 CPU 용량에 관계없이 접속자 수가 증가함에 따라 CPU 점유율은 상승하는 것을 볼 수 있다. 또한 CPU 용량이 큰 경우 CPU 점유율이 약간 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

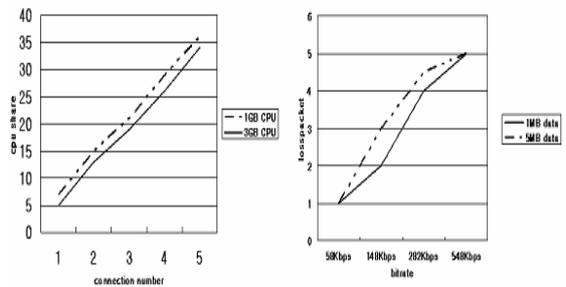


그림 14. 접속자 수에 따른 CPU 점유율과 비트 전송률에 따른 패킷 손실률

패킷 손실률의 경우 네트워크 상태에 따라 멀티미디어 콘텐츠의 전송 속도와 패킷 손실률의 차이가 발생한다. 패킷은 100개 중 2~3개 정도는 손실되며, 손실률이 7~8%라면 인터넷이 느리다고 생각하게 된다.

본 논문에서 평가한 패킷 손실률의 경우 손실률이 6%이하로 측정되었으며, 스트리밍 서비스를 제공하거나 제공 받는데 피어들이 큰 불편함을 느끼지 못한다. 또한 비트 전송률이 높아지고 전송되는 데이터 용량이 커질수록 패킷 손실률도 증가하는 것을 볼 수 있다.

5. 결론

본 논문은 구간 정보 파일을 검색 서버에 등록하고 자연어 질의에 의한 검색으로 필요한 정보가 있는 구간 정보 파일을 다운 받을 수 있고, P2P 환경에서 이 구간 정보를 이용하여 멀티미디어 콘텐츠에서 피어가 원하는 정보를 쉽게 추출할 수 있는 방법을 제안하였다.

이러한 서비스로 각 피어들은 검색을 통해서 원하는 구간 정보가 있는 파일을 추출해 낼 수 있고 스트리밍 서비스를 받을 수 있다. 특히 멀티미디어 콘텐츠의 인덱싱된 구간정보만을 중앙의 검색 서버에서 관리함으로써 피어가

필요한 정보를 쉽게 추출할 수 있으며 멀티미디어 콘텐츠를 P2P 환경에서 전송함으로써 각 피어가 직접 상대방과 통신할 수 있기 때문에 다양한 자원들이 분산 저장되어 가용성 및 확장성이 용이한 장점이 있다. 그러나 개인 컴퓨터는 도메인 이름이 할당되지 않은 경우가 대부분이므로 가변적인 IP 주소로 다른 피어에게 접근해야 하는 문제점이 있으며 신뢰성 있는 P2P 네트워크 채널 형성을 위하여 비밀 번호 방식으로 전송 대상자를 선별하여 접속을 차단하거나 개방하는 등의 기술 조사가 필요하다.

Department of Computer Science Bucknell University, Jan, 2002.

참고문헌

- [1] 이상열, 정성호, 황병곤 “우베 기반 멀티미디어 검색 엔진 구현”, 한국 멀티미디어 학회 02 추계학술발표 논문집, pp.437~441, 2002년.
- [2] 이지현, 류제, 한광록 “P2P 환경에서 구간정보를 이용한 멀티미디어 콘텐츠의 스트리밍 서비스”, 한국 정보처리학회 추계학술발표대회 논문집 제 13권 제 1호, pp.411~414, 2006년.
- [3] S. Ratnasamy, P. Francis, M. Handley, R. Karp, S. Shenker, “A Scalable Content-Addressable Network”, In Proc. of ACM SIGCOMM, pp.161-172, August, 2001.
- [4] A. Rowstron, P. Druschel, “Pastry: Scalable, distributed object location and routing for large-scale peer-to-peer systems”, IFIP/ACM In Conf. on Distributed Systems Platforms, Heidelberg, Germany, pp.329-350, November, 2001.
- [5] I. Stoica, R. Morris, D. Karger, M. F. Kaashoek, H. Balakrishnan, “Chord: A Scalable Peer-to-peer Lookup Service for Internet Applications”, ACM SIGCOMM 2001, San Deigo, CA, pp.149-160, August, 2001.
- [6] 김영진, 엄영익 “순수 P2P 네트워크 환경을 위한 효율적인 피어 연결 기법”, 한국정보과학회 논문지, 31권, 1호, pp.11~19, 2004년.
- [7] B. Yang and H. Garcia-Molina, “Comparing Hybrid Peer-to-Peer Systems” Proc. of the 27th International Conference on Very Large Databases, VLDB, Rome, Italy, Sep, 2001.
- [8] B. Yang and H. Garcia-Molina, “Improving Search in Peer-to-Peer Networks” Proc. of the 22th International Conference on Distributed Computing Systems, IEEE, Vienna, Austria, Jul. 2002.
- [9] David Barkai, “An Introduction to Peer-to-Peer Computing” Developer Update Magazine, Intel Corporation, Feb. 2000.
- [10] Dr. Daniel C. Hyde, “How new Peer to Peer Developments may Effect Collaborative Systems”