

분산된 콘텐츠 기반 자원 공유를 위한 계층별 P2P 구조

민수홍, 조동섭
이화여자대학교 컴퓨터학과

Layered P2P Architecture for distributed content sharing

Suhong Min, Dongsu Cho
Ewha Womans University Computer Science and Engineering

Abstract - 최근 P2P 시스템에 대한 연구는 매우 활발하게 진행되고 있다. 그 중 P2P 시스템의 자원 공유에 관한 문제는 매우 중요하게 다루어지며, 또한 많은 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 분산된 콘텐츠 기반의 자원 공유를 위해 각각의 노드들을 계층별로 분류하도록 하였으며, 레이어 별로 차별적인 서비스를 제공하도록 하였다. 시스템의 특징은 다음과 같다. 먼저, 노드를 성능에 따라 레이어 별로 분류하며, 효율적인 자원 공유를 위해 노드들을 그룹화 한다. 클러스터링을 통해 상위 레이어에 속한 노드들과 자원을 공유할 수 있도록 한다.

1. 서 론

최근 P2P 모델을 기반으로 한 시스템의 등장으로 다양한 자원을 효율적으로 이용할 수 있게 되었다. 기존의 클라이언트/서버의 경우, 모든 서비스가 서버에 집중되어 있어 인터넷의 자원인 정보, 대역폭, 컴퓨팅 자원을 활용하는 데 있어 한계점이 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 P2P 모델이 등장하였다. P2P는 네트워크에 참여하는 모든 피어가 클라이언트와 서버의 역할을 동시에 수행한다. 이러한 특징 때문에 피어들은 분산되어 있는 자원을 자율적으로 공유할 수 있다. 따라서 P2P 환경에서 분산되어 있는 자원을 공유하는 문제는 중요한 이슈이며, 이에 대한 많은 연구가 현재 진행 중이다.

기존의 P2P 시스템은 모든 노드들을 동등하게 다루고 있다. 이에 따라 특정 노드에 자원이 집중화 될 수 있는 문제점과 노드의 성능에 따라 전체 네트워크의 성능을 떨어뜨릴 수 있는 요인들을 안고 있다. 특히, 유무선 네트워크 환경의 모바일 노드와 같이 CPU, 메모리, 네트워크 상태 등 여러 제약을 갖는 노드들의 경우, 효율적으로 자원을 공유하기 위해서는 그에 따른 정책이 요구된다. 본 논문에서 제안한 P2P 시스템은 효율적인 자원 공유를 위해 노드를 레이어 별로 차별화된 서비스를 제공하도록 하였다. 즉, 노드의 성능을 고려하여 논리적인 레이어 별로 노드를 분류하였다. 같은 레이어에 속하는 노드들은 서로 자원을 자유롭게 공유할 수 있다. 그러나 노드가 상위 레이어와 자원을 공유하고자 할 경우, 노드는 특정한 그룹에 속해야 하며, 그룹에 속한 노드들은 클러스터링 될 때 상위 레이어와 자원 공유를 할 수 있도록 하였다. 본 논문에서 제안한 P2P 시스템은 계층별로 노드를 분류하여 차별화된 서비스를 제공하기에 전체 네트워크의 로드 밸런싱을 할 수 있으며, 클러스터링을 통해 노드간의 협력을 통해 자원을 공유할 수 있다. 또한 같은 레이어에 속한 노드끼리 메시지를 주고 받음으로 전체 네트워크에 메시지가 오버 플로우 되는 것을 막을 수 있다. 따라서 네트워크 대역폭을 절약할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구로 P2P 모델에 대해 살펴보고, 3장에서 본 논문에서 제시한 P2P 시스템의 특징, 구조, 자원 공유를 위한 계층별 분류하는 방법과 그에 따른 기법에 대해 살펴보고자 한다. 마지막 결론에서는 요약과 향후 연구에 대해 살펴보고자 한다.

2. 관련 연구

현재 다양한 P2P 모델에 대한 연구가 진행 중이다. 그 중 대표적인 P2P 모델은 서버가 존재하지 않는 순수한 P2P 모델과 디렉토리 서버를 둔 중앙 집중형 모델 그리고 이들을 결합한 혼합형 모델로 나눌 수 있다. 이 장에서는 현재 가장 활발히 연구되고 있는 순수형 P2P 모델과 혼합형 P2P 모델에 대해 살펴보고자 한다.

2.1 순수 P2P (Pure P2P)

순수 P2P 모델은 네트워크 내에 공유되는 모든 자원의 인덱스 정보를 유지하는 중앙 서버가 존재하지 않는다. 따라서 피어는 스스로 다른 피어의 위치와 자원을 식별해야 한다. 피어가 자원을 찾기 위해서는 네트워크 상에 존재하는 피어들이 주기적으로 그들의 존재를 멀티캐스트를 이용해 상대 피어들에게 메시지를 보내 알려야 한다. 보통 메시지에는 TCP/IP 호스트 네임과 포트 번호가 포함된다. 이러한 정보를 통해 피어는 원하는 피어와 해당 자원들을 인접 피어에게 쿼리를 보내 요청할 수 있는데, 전형적인 쿼리 방법으로는 flooding을 들 수 있다. 피어가 멀티캐스트 방식으로 보낸 쿼리는 일정 반경 안에 있는 모든 피어들에게 전달된다. 메시지를 받은 피어들은 해당 자원이 있을 때 이를 요청한 피어에게 전달하게 된다. 이러한 검색 방법은 피어 간의 의존성이 낮기 때문에 참여, 탈퇴가 빈번한 P2P 환경에 적합한 구조이다. 그러나 피어를 찾기 위해 네트워크 상에 지나치게 많은 메시지를 발생시켜 대역폭을 낭비할 수 있으며, 피어를 관리하는 서버가 존재하지 않기 때문에 자원을 찾는 데 어려움이 따른다는 단점이 있다. 대표적인 모델로선 마이크로시스템의 JXTA, 그누텔라 등을 들 수 있다 [1].

2.2 혼합형 P2P (Hybrid P2P)

혼합형 P2P 모델은 중앙의 디렉토리 서버가 존재하지 않는 대신, 피어의 네트워크 참여, 탈퇴를 관리하는 서버(또는 슈퍼 피어)를 두고, 피어들을 관리하는 방법이다. 서버는 각 피어들간의 통신에 대한 중재 역할을 하는데, 연결되어 있는 피어들의 GUID, 공유 자원들에 대한 메타 데이터 등을 유지하며, 자원의 검색 기능과 기타 통신 기능 등을 제공한다. 혼합형 모델은 순수 P2P 모델과 비교했을 때 네트워크상에 있는 피어들을 쉽게 찾을 수 있으며 자원의 검색 또한 손쉽게 이루어진다는 장점이 있다. 반면, 이 모델의 경우 피어들은 여전히 서버의 의존도가 높으며, 피어의 수가 많아 질 경우 서버의 부하가 심해진다는 문제점이 있다. 대표적인 모델로는 Napster가 있다 [2, 3].

3. Peer-to-Peer System

본 장에서는 제안하는 P2P 시스템의 특징과 시스템 구조, 자원 공유를 위한 기법에 대해 설명하고자 한다.

3.1 시스템 특징

본 논문에서 제안하는 P2P 시스템은 노드의 성능에 따라 차등적인 서비스를 제공하도록 설계 하였다. 기존의 P2P 시스템의 경우 순수 P2P 모델과 혼합형 P2P 모델로 나누어 자원 공유문제를 다루고 있지만, 이 두 모델 모두 기본적으로는 네트워크상에 존재하는 모든 노드들을 동등하게 바라보며, 그에 따라 동일한 서비스를 제공할 수 있는 조건이 충족되어야 한다. 현재 P2P 시스템은 다양한 네트워크 환경에 적용되고 있다. 유선망에 연결된 데스크 탑 PC 뿐만 아니라 PDA, 휴대폰과 같은 모바일 디바이스의 운영도 함께 고려되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 이와 같은 다양한 P2P 성능을 고려하여 이에 따라 차등적으로 분류하여 자원 공유 서비스를 제공하고자 한다. 본 논문에서 제안하는 P2P 시스템의 특징은 다음과 같다.

- 노드의 성능을 고려하여 레이어 별로 노드를 분류한다.
- 자원을 효율적으로 공유하기 위해 노드를 컨텐츠에 따라 그룹화한다.
- 그룹화된 노드를 상위 레이어의 노드들과 자원을 공유하기 위해 클러스터링 한다. 하위 레이어에 속한 노드들은 같은 레이어에 포함된 노드들과 협업을 통해 상위 레이어에 속한 노드와 리소스를 공유할 수 있다.

3.2 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 P2P 시스템은 노드 간의 자원 공유를 위해 노드의 성능에 따라 레이어 별로 노드를 분류하였다. 즉, 같은 레이어에 속한 노드는 자유롭게 자원을 공유할 수 있지만, 다른 레이어에 속한 노드의 경우 같은 레이어의 노드들과 협업을 통해 상위 레이어와 통신할 수 있도록 한다. 전체 시스템 구조는 그림 1과 같다.

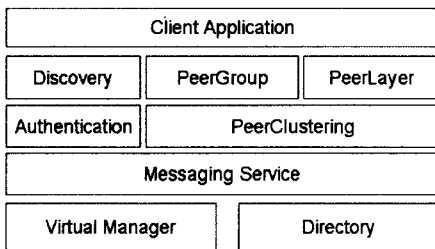


그림 1 시스템 구조

- **Client Application:** 클라이언트 애플리케이션은 로그인 기능과 자원 공유를 위한 메시지 전송, 같은 레이어에 속한 노드를 검색하는 기능 등을 제공한다.
- **Discovery:** 노드는 원하는 자원을 찾기 위해 같은 레이어에 속한 인접 노드에게 멀티캐스팅으로 메시지를 전송한다. 쿼리를 받은 노드는 자신의 디렉토리의 인덱스 정보를 검색한다.
- **PeerGroup:** 노드는 PeerGroup 서비스를 통해, 자신의 자원 또는 원하는 자원을 기반으로 여러 그룹에 속할 수 있다. PeerGroup 서비스는 가상으로 컨텐츠 별로 노드들을 그룹화 하며, 이를 바탕으로 클러스터링할 수 있도록 도와준다.
- **PeerLayer:** PeerLayer 노드의 성능을 고려하여 노드들을 계층별로 분류하며, 같은 레이어에 속한 노드들

은 가상으로 다이렉트로 연결한다.

- **Authentication:** 노드는 로그인 서버를 통해 ID를 부여받는다.
- **PeerClustering:** PeerClustering 서비스는 노드가 상위 레이어와 자원을 공유하고자 할 경우, 클러스터링 서비스를 이용해야 한다. 이 서비스를 통해 노드가 속한 그룹이 정책에 따라 클러스터링 되면, 이때 상위 레이어에 속한 노드들과 자원을 공유할 수 있다.
- **Messaging Service:** 노드는 메시지를 인접 노드들에게 전송할 때 멀티캐스트 서비스를 이용하는데, 기존의 멀티캐스트 방식의 경우, 네트워크에 포함된 모든 노드에게 메시지가 전송된다. 본 논문에서 제안한 메시징 서비스의 경우 같은 레이어에 속한 노드들 또는 같은 그룹에 속한 노드들에게만 멀티캐스트로 메시지가 전송되도록 한다.
- **Virtual Manager:** 가상 관리자는 각각의 노드를 그룹별, 레이어 별로 분류하여 가상으로 노드들을 연결한다.
- **Directory:** 노드의 자원에 대해 컨텐츠 별로 인덱스 정보를 보유한다. 인덱스 정보는 노드가 쿼리를 받아 자신이 보유하고 있는 자원에 대해 검색할 때 사용된다.

3.2.1 노드의 계층별 분류

본 논문에서는 노드의 성능에 따라 계층적으로 노드를 분류하였다. 각각의 노드의 성능은 전체 P2P 시스템 성능에 영향을 줄 수 있다. 노드마다 탑재하는 시스템이 다를 경우, 다양한 노드들과 효율적으로 자원을 공유하기 위해서는 각각의 노드들의 제약된 사항들에 대해 고려해야 한다. 예를 들어 휴대폰, PDA 와 같은 모바일 디바이스를 탑재한 노드의 경우 배터리, 메모리 등에 제약이 있다. 따라서 이러한 제약은 일반 데스크 탑 PC를 사용하는 노드와 자원을 공유한다고 가정 했을 때 노드 간의 로드 밸런싱 (load balancing)이 요구된다. 이처럼 다른 조건을 가진 노드들 간의 자원 공유를 효율적으로 하기 위해 본 논문에서는 노드의 성능을 고려해 노드들을 계층적으로 분류하였다.

먼저, 노드는 인증 서버와 관리 서버를 통해 인증을 거쳐 자신이 속한 레이어의 ID를 부여받게 된다. 그림 2와 같다.

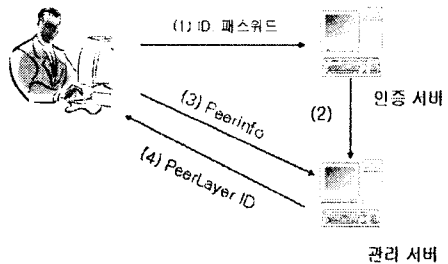


그림 2 시스템 동작

노드는 인증 서버를 통해 아이디와 패스워드를 입력하면, 인증 서버는 노드에 대한 정보를 관리 서버에게 전송한다. 관리 서버는 노드는 입력 받은 노드의 정보를 이용해 노드의 네트워크 성능, 메모리, 하드 크기에 대한 정보를 받으며, 이에 따라 PeerLayer ID를 부여한다. 노드는 관리 서버에게 자신의 클라이언트 소프트웨어가 탑재된 디바이스에 대한 정보를 보낸다. 본 논문에서는 크게 4가지 종류로 나누었다. 일반 데스크 탑 PC, 노트북, 휴대폰, 그리고 PDA. 또한 디바이스의 CPU, 메모리, 하드 디스크의 정보를 제공한다. 이와 같은 정보를 받은 관리 서버는 종류와 성능을 고려해 노드에게 ID를 전송한다. ID를 받은 노드는 가상적으로 같은 레이어에 속한 노드와 다이렉트로 연결된다. 따라서 같은 레이어에 속한 노

드들은 멀티캐스트 기반으로 메시지를 전송하며, 자원을 공유할 수 있다.

3.3 자원 공유 기법

노드 간의 자원을 효율적으로 공유하기 위해 다음과 같은 방법을 사용하였다. 먼저 노드를 콘텐츠 기반으로 그룹화 하여 노드를 콘텐츠 별로 접근할 수 있도록 하였으며, 상위 레이어와의 공유를 위해 노드들이 포함된 그룹을 일정 조건이 충족될 경우 클러스터링 하였다. 노드 간의 메시지 전송은 멀티캐스트 기반으로 한다.

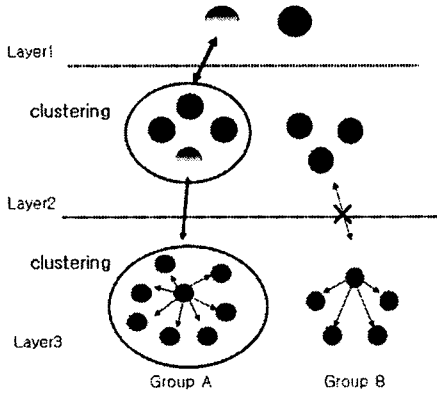


그림 3 계층별 자원 공유

3.3.1 콘텐츠 기반 그룹화

본 논문에서 노드의 자원에 대한 콘텐츠 별로 그룹화 하도록 한다. 노드의 자원의 대해 큰 목록을 기반으로 분류하였다. 예를 들어, 음악, 영화, 게임 등으로 분류한다고 가정하면 음악에 대한 분류에 속하는 자원은 mp3 파일, wav 파일 등 다양한 포맷을 포함할 뿐 아니라 다양한 음악 자원들을 모두 포함하도록 한다.

클라이언트 측 노드는 상대 노드를 위해 자신의 공유할 자원에 대한 콘텐츠 별 인덱스를 유지 하도록 한다. 자원 검색을 위해 전송된 메시지를 받은 노드는 자신의 인덱스 정보를 검색하여 쿼리를 요청한 노드에게 자원의 보유 유무를 알려준다. 관리 서버는 노드가 원하는 그룹을 선택할 수 있도록 제안한다. 노드들은 하나 이상의 그룹을 선택할 수 있다. 관리 서버는 각각의 노드의 정보, 즉 노드가 속한 레이어에 대한 정보, 노드가 포함된 그룹에 대한 정보들을 관리하며, 가상적으로 노드를 그룹화 하여 분류한다. 그러나 관리 서버는 노드가 보유하고 있는 자원의 정보에 대해서는 관여하지 않는다.

3.3.2 계층 간 자원 공유

그룹화 된 노드들은 노드의 수와 성능을 고려하여 클러스터링 하도록 한다. 관리 서버는 그룹화 된 노드의 수와 성능이 클러스터링 조건에 충족되면, 그룹에 대해 상위 레이어와 자원을 공유할 수 있도록 허가 메시지를 전송한다. 클러스터링 된 노드들과 상위 레이어의 노드들과의 자원 공유는 예를 들어 다음과 같다. 상위 레이어 노드의 자원을 하위 레이어의 클러스터링 된 노드들이 전송 받기를 원할 경우, 이 자원에 대해 클러스터링 된 노드들은 상위 레이어에서 전송된 자원에 대해 협력하여 받게 된다. 따라서 상위 레이어의 자원은 하위 레이어에서 분산되어 저장되도록 한다.

3.3.3 메시지 전송

노드는 자원 공유를 위해 메시지를 멀티캐스트 기반으로 전송한다. 본 논문에서 제안한 P2P 시스템은 lookup

서버의 의존 없이 노드가 자율적으로 상대 노드를 검색하도록 하였다. lookup 서버를 기반으로 하는 검색은 구현이 간단하며, 관리가 쉬운 장점이 있는 반면, lookup 서버의 의존도가 높기 때문에 노드의 수가 증가할 경우 네트워크 지연 문제나 lookup 서버가 fail 되었을 경우, 전체 P2P 시스템이 동작하지 않을 수 있다. 따라서 본 논문에서는 별도의 lookup 서버 없이 노드가 자신의 디렉토리를 유지함으로써 자신의 인접 노드들을 검색하도록 하였다. 그림3 과 같이 그룹 A에 속한 노드는 자신의 그룹에 속한 인접 노드들에게 메시지를 멀티캐스트로 전송한다. 이 방법은 순수 P2P에서 주로 사용하는 flooding 방법의 단점을 보완할 수 있다. flooding으로 메시지를 전송할 경우, 네트워크 속한 모든 노드에게 메시지가 전송되므로 메시지 오버 플로우가 발생할 수 있다. 그러나 본 논문에서 사용한 방법은 메시지 전송시 같은 레이어에 속하며 같은 그룹에 속한 노드에게 메시지를 전송하게 되므로 flooding으로 전송하는 방법에 비해 메시지 발생을 줄일 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 P2P 시스템에서 분산된 콘텐츠 기반 자원 공유를 위해 노드를 계층별로 분류하였다. 제안된 P2P 시스템은 노드의 성능을 고려하여 레이어 별로 노드를 분류하였으며, 자원을 효율적으로 공유하기 위해 노드를 콘텐츠에 따라 그룹화 하였다. 또한, 그룹화 된 노드를 클러스터링 하여 상위 레이어에 속한 노드들과 자원을 공유할 수 있도록 하였다. 본 논문에서 제안한 P2P 시스템은 다양한 네트워크 환경과 노드들의 상태 등을 고려하여 차별화된 서비스를 제공할 수 있도록 설계하였다. 향후 연구로는 설계된 모듈에 대해 성능 평가를 테스트 할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Andy Oram, "Peer-to-Peer" O'Reilly, March 2001.
- [2] B. Yang, H. Garcia-Molina, "Comparing hybrid peer to peers systems", In VLDB, 2001.
- [3] 김영진, 엄영익, "P2P 컴퓨팅 환경 기반의 디스커버리 기법", 한국정보과학회 정보과학회지, 제 22권 3호 178호, March 2004.