

P2P 네트워크에서 DHT 프락시 피어 검색 알고리즘

이정기^o 안성수^{oo} 김국세^o 송기범^o 박찬모^o 방선광^o 이준^o
조선대학교^o, 동신대학교^{oo}
{jk1004^o, jlee}^o@chosun.ac.kr

DHT Proxy Peer Search Algorithm of P2P Network

Jeong-Gi Lee^o, Seong-Soo Ahn^{oo}, Kuk-Se Kim^o, Gi-Beom Song^o, Chan-Mo Park^o,
Sun-Kwang Bang^o, Joon Lee^o
Chosun University, Dongshin University

요약

최근 수년간 클라이언트 모델에서 발생하는 문제인 서버 병목 현상, Dos공격, 그리고 시스템의 확장성에 따른 비용 증가 등의 문제를 해결하는 방법으로 P2P 방식이 활발히 연구되고 있으며, 그 중 사용자간 파일 공유하는 분야에 적용된 P2P가 가장 널리 알려져 있다. 본 논문에서는 플랫폼에 독립적이고, 네트워크 디바이스에 독립적인 환경을 지원하는 JXTA 네트워크 환경에서 분산된 자원의 효율적인 검색을 하는 DHT(Distributed Hash Table) 알고리즘을 제안하고자 한다.

1. 서론

처음 선보인 P2P 솔루션은 P2P 컴퓨팅 기술을 이용해 단순한 작업을 수행하는데 그쳤지만, 최근 선보이고 있는 P2P 솔루션은 여기서 벗어나 하나의 요소 기술로 사용되거나 P2P 기술을 활용할 수 있는 총체적인 솔루션으로 개발되는 경향이 늘고 있다[5]. JXTA에서 사용하는 프로토콜은 언어 독립이며, P2P 네트워킹의 여러 가지 특징을 조율하는 XML메시지의 집합을 정의한다 [5][6]. P2P 커뮤니케이션에서 일부 개발자들이 XML 사용에 거부감을 나타내지만, XML의 선택은 JXTA 프로토콜의 개발자들에게 XML파싱과 포매팅 같은 기존의 개발도구를 이용할 수 있도록 한다. 그리고 JXTA 프로토콜의 단순성이 PDA 혹은 휴대전화와 같은 디바이스에서도 P2P솔루션의 구현이 가능하도록 한다.

DHT는 분산 해쉬 테이블을 이용하는 기법으로써, 모든 피어들은 공유하고 있는 자원들에 대한 메타 데이터를 해쉬 값에 의해 지정된 피어에게 전송하며, 메타 데이터를 수신한 피어들은 다른 피어로부터 검색 요청이 들어올 경우 자원의 위치를 알려주는 방식으로 동작한다. 기존의 랑대부 피어 탐색 알고리즘의 문제점을 찾고, 이를 해결하기 위한 랑대부 피어의 탐색 알고리즘을 확장하여, 좀 더 효율적인 자원 탐색 비용을 제공할 수 있다.

2. P2P 네트워킹을 위한 분산 해쉬 테이블 방식

분산 모델을 이용한 P2P 파일 공유 네트워크인 경우, 중앙 서버를 통한 공유의 경우와 달리 파일들에 대한 디렉토리 서비스를 일괄적으로 제공하지 못하기 때문에 전체 노드들에 검색 요청 메시지를 보내 응답을 기다려야 한다[6][8]. 이때 중복 트래픽이 과도하게 발생하여 네트

워크 트래픽 부하가 급속히 증가하게 된다. 또한 검색에 대한 응답의 불규칙성 및 검색 노드 제한에 따라 검색 결과의 완전성에도 문제를 갖게 된다. 이와 같이 비구조적인 P2P 네트워크를 형성하는 Gnutella와 같은 공유 방식의 문제를 해결하기 위해서 P2P 네트워크 형성에 구조적인 특성을 부여하여 검색 효율성을 제고하는 방법이 필요하게 되었다.

최근에는 분산 해쉬 테이블(DHT)을 이용한 P2P에 대한 연구들이 활발하게 진행되어 오고 있다. 해쉬 테이블은 실제 값과 키를 위해 두 개 배열을 사용하여 검색을 빠르게 하기 위한 자료 구조의 하나이다. 이를 분산 환경에 적용한 것이 분산 해쉬 테이블이다. 분산 해쉬 테이블 개념 이해를 돕기 위해 파일 공유 P2P를 예로 들어 보자. 분산 해쉬 테이블을 사용하는 가장 큰 목적은 파일 검색을 빠르게 하기 위한 것이다. 빠른 검색을 위해 파일 공유 네트워크를 구성하는 노드들에 해쉬 테이블 버킷을 각 노드에 분산 시키는 것이다. 검색은 해쉬 테이블 버킷을 찾는 것으로 파일 공유 네트워크 측면에서는 버킷을 가진 노드를 찾는 것이다. 따라서 분산 해쉬 테이블 버킷과 노드를 연결시키기 위한 방법이 필요하다. 이를 위해 노드들은 노드 식별자를 사용하여 버킷을 나타내도록 하고 각 파일들을 버킷과 연결시키기 위해 파일 이름을 해쉬된 식별자를 사용한다. 노드 식별자와 해쉬된 파일 이름은 동일한 크기의 이름 공간(비트 수)을 가진다. 파일 공유 네트워크는 노드 식별자를 사용하여 한 노드가 연결하는 노드(이웃 노드)들이 결정된다. 이런 이유로 분산 해쉬 테이블 기반 P2P 네트워크를 구조적이라 한다. 분산 해쉬 테이블 기반 P2P 파일 공유에 필요한 동작은 크게 파일 등록, 파일 검색 그리고 메시지 라우팅으로 구분된다.

첫째, 파일 등록은 가지고 있는 파일을 공유하기 위해 분산 해쉬 테이블에 등록하는 것이다. 이것은 해쉬 테이블의 Insert()와 유사한 동작을 한다. 차이점은 해쉬 테이블

를 버킷이 분산 되어 있으므로 이를 찾기 위한 과정이 필요하다는 것이다. 먼저 등록하고자 하는 파일의 이름을 사용하여 어떤 노드(버킷)에 등록할 것인지를 결정해야 한다. 이때 해쉬 함수가 사용된다. 파일 이름을 해쉬한 값은 목적지 노드(버킷)에 대한 정보를 제공한다. 등록 메시지와 함께 파일 이름을 해쉬한 값을 보내면 라우팅에 따라 목적지 노드에 전달되어 저장된다.

둘째, 파일 검색은 대상 파일 이름을 사용하여 목적지 노드에 대한 정보를 얻은 후 이를 검색 메시지와 함께 보내어 파일을 실제 소유하고 있는 노드의 정보를 얻는 것으로 Lookup()과 유사하다. 검색 메시지가 목적지 노드에 전달되기 위해서는 메시지 라우팅이 필요하다.

마지막으로 메시지 라우팅은 메시지에 포함된 목적지 노드 정보를 사용하여 메시지를 노드에 전달하는 것이다. 노드는 이웃 노드들에 대한 라우팅 테이블을 가지며 메시지를 목적지 정보와 이웃 노드들의 노드 식별자를 비교하여 근접한 이웃 노드로 메시지를 전달한다. 그림 3-4의 예는 Insert와 Lookup 함수가 Hash 함수와 함께 사용되며 Key로 파일 이름 "C"인 파일을 DHT상에 Insert 하고 Lookup 한다. Data는 파일 내용이나 파일을 가진 현재 노드에 대한 정보이다.

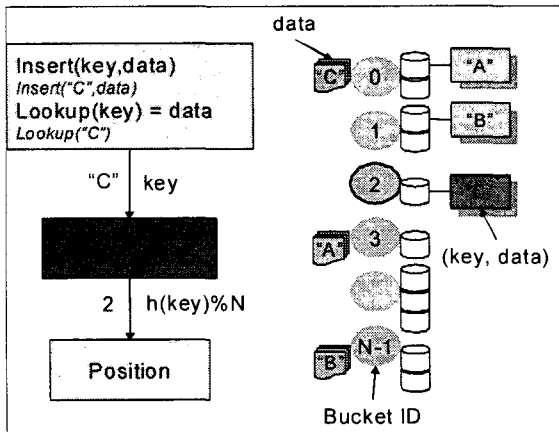


그림 3-4. DHT의 개념도(Insert와 Lookup)

3. JXTA기반의 P2P시스템 설계

JXTA의 가장 중요한 설계 선택중의 하나는 피어에 의해 사용되는 운영체제나 개발언어를 가정하지 않는 것이다. JXTA 프로토콜 규격은 명시적으로 네트워크 피어가 소규모 임베디드 장치에서 대규모 슈퍼컴퓨터 클러스터에 이르는 모든 종류의 장치가 될 수 있다. 이러한 기술에 J2ME의 모바일 기능을 추가한 JXME를 사용하여 기존의 제한된 메시지 전달방법을 탈피하여 JXTA기반의 P2P시스템을 만드는데 있다. 커뮤니케이션 시스템은 사용자 등록이나 주소 지정 스키마 관리가 중앙 서버에 결코 수행되지 않는다. JXTA파이프는 피어상에서 가상화 하고, 이 피어는 이종의 엔드 포인트 상에서 가상화함으로써 피어사이에 물리적인 직접 연결이 없어도 피어간 통신이

전달된다. JXTA 프로토콜은 모든 구현 기술에 독립적으로 설계된 반면 JXTA 레퍼런스 구현은 자바 플랫폼에 구현된다. 이 레퍼런스 구현은 자바 API를 사용하여 JXTA프로토콜 메시지를 래핑하고 프로그램 방법으로 자바 애플리케이션에서 JXTA 네트워크에 액세스한다. 모든 메시지는 XML포맷 아래 SOAP, UDDI 등의 표준 프로토콜에 의해 애플리케이션간의 데이터를 교환하여 언제 어디서나 다양한 플랫폼에서 제약 없이 각종 서비스를 제공하고 받을 수 있게 한다.

4. DHT 프락시 피어 탐색 알고리즘 설계

JXTA P2P 네트워크 환경에서 프락시 피어를 두어 각 랑데부 피어 간에 발생하는 탐색 비용을 효율적으로 줄이며, 자원정보 검색 쿼리 회귀에 따른 쿼리 손실 해결책을 제안한다.

기존의 자원정보 탐색 방법은 랑데부 피어간의 연결 상태에 대한 정보만을 이용하여 검색하였다. 이로 인해 자원정보의 검색 비용이 높게 나와 자원 정보를 탐색과 사용함에 있어 많은 시간적 지연과 트래픽이 다수 발생하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 각 랑데부 피어 검색 시 우선순위를 두어 자원정보 탐색 시 효율적인 검색 비용을 제공하고자 한다.

어떤 피어가 광고 정보를 찾고자 할 경우, 자신이 속한 랑데부 피어에게 검색을 요청하고, 자신의 상위에 위치한 랑데부 피어에 찾고자 하는 광고가 없으면 다른 랑데부 피어로 자원정보 검색 쿼리를 전송하여 확장하도록 한다. 이때 랑데부 피어가 전파한 자원 정보 검색 쿼리가 자신에게 되돌아 올 경우 모든 랑데부 피어의 정보를 가지고 있는 프락시 피어로 쿼리를 전파한다.

프락시 피어에서는 자신이 소유한 랑데부 피어의 정보를 이용하여 다른 랑데부 피어로 포워딩을 유도하는데, 두 가지 우선순위를 두어 전송한다.

첫째, 프락시 피어는 이미 검색한 랑데부 피어들을 제외하고, 그 중에 가장 많은 피어들을 소유한 랑데부 피어로 연결을 한다. 이는 많은 피어를 소유한 랑데부 피어에게 찾고자 하는 광고정보가 있을 확률이 높기 때문이다.

둘째, 프락시 피어는 이미 검색한 랑데부 피어들을 제외한 다른 랑데부 피어 중 최근에 등록, 수정한 랑데부 피어로 연결을 시킨다. 이는 최근에 등록된 랑데부 피어일 수록 피어의 정보가 유동적인 JXTA 네트워크에서 신뢰성이 높기 때문이다.

프락시 피어는 위에서 설명한 바와 같이 두 가지 우선순위를 이용하여 가장 많은 피어 정보를 가지고 있는 랑데부 피어와 가장 최근에 랑데부 피어 정보가 등록, 수정된 랑데부 피어로 두개의 쿼리를 전송한다.

그림 4-4에서는 기존의 방식과 동일하게 두 번의 쿼리가 발생하고, 찾고자 하는 광고 정보를 찾을 때까지 이와 같은 과정을 연속적으로 한다. 만약 찾고자 하는 광고 정보를 찾으면 랑데부 피어의 해쉬 테이블을 이용하여 피어에게 H(Adv)쿼리를 전파하게 되고, 쿼리를 받은 피어는 쿼리를 전송한 피어에게 응답을 한다.

피어 P1은 자신의 자원정보를 랑데부 피어 R10에게 광고를 한다. 이때 피어 P1의 자원정보를 관리하는 랑데부

피어 R10은 자신의 아이디와 자신이 관리하는 피어 수, 이 정보가 등록 또는 수정된 시간을 프락시 피어에게 저장하도록 한다. 이때 피어 P2는 피어 P1의 자원정보 사용을 원할 경우 자신이 소속된 랑데부 피어 R3에게 자원정보 검색 쿼리를 전송한다.

랑데부 피어 R3은 자신이 소유한 해쉬 테이블을 이용하여 자원정보를 검색한 후 자신에게 해당 자원정보가 00 없음을 알고, 자신과 피어 자원정보를 주고받은 랑데부 피어 R5에 쿼리를 확장시킨다. 이후 랑데부 피어 R5에서 자원정보를 검색하고 역시 해당 자원정보를 검색한 후 자원정보가 없음을 알고 자신의 위치에서 상위에 위치한 랑데부 피어 R4, R6에게 쿼리를 전송한다. 다시 랑데부 피어 R4, R6은 자신의 해쉬 테이블에서 검색을 한 후 자원정보 검색 쿼리를 더 확장시켜 랑데부 피어 R7, R3에게로 쿼리를 전송시킨다. 이때 R7에게 해당 정보가 없고, 랑데부 피어 R3에게 다시 롤백 되었음을 감지하고, 더 이상의 랑데부 피어로 확장을 하지 않고, 모든 랑데부 피어의 정보를 가지고 있는 프락시 피어에게 쿼리를 전송시킨다.

정보 탐색 시 효율적인 검색 비용을 제공하고자 한다. 본 논문에서 제안한 프락시 피어 탐색 알고리즘을 이용하여 랑데부 피어들의 자원정보를 관리하여 다른 랑데부 피어로 포워딩을 유도 하는데 확률적으로 높은 랑데부 피어들을 우선적으로 검색하여 검색 비용을 개선하였고, 랑데부 피어 정보의 신뢰성을 기반으로 하여 효율적인 검색 결과를 얻을 수 있었다

참고문헌

- [1] Bernard Traversat and Mohamed Abdelaziz and Eric Pouyoul, "Project JXTA: A Loosely-Consistent DHT Rendezvous Walker", Sun Microsystems, 2004.
- [2] Bernard Traversat, "Project JXTA 2.0 Super-Peer Virtual Network", Project JXTA and Sun Microsystems Inc, 2003.
- [3] Changtao Qu, "Interacting the Edutella/JXTA Peer-to-Peer Network with Web Services", SAINT'04, 2004.
- [4] Jean-Marc Seigneur and Gregory Biegel and Christian Damsgaard, "P2P with JXTA-Java pipes".

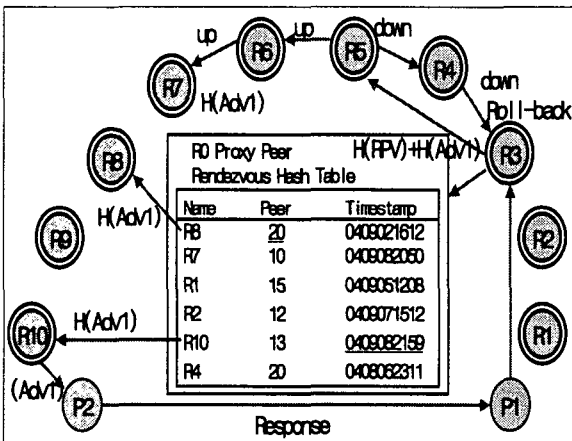


그림 4-4. DHT 프락시피어 탐색 알고리즘

5. 결론

P2P 네트워크 환경이란 클라이언트 상호간 분산 및 협력이라는 새로운 개념의 네트워크라 할 수 있다. 분산 개념은 효율성의 극대화를 목적으로 P2P 네트워크가 분산 컴퓨팅을 통해 하드웨어 자원을 공유하는 것을 의미하며 협력 개념은 클라이언트 간에 상호 협력해 공유한 자원을 검색하는 것을 의미한다. P2P와 같은 분산 컴퓨팅 환경에서는 효율적인 이용을 위해 분산된 자원의 검색이 무엇보다 중요하다. 그러나 분산된 자원을 검색할 때 기존의 자원정보 탐색 방법은 랑데부 피어간의 연결 상태에 대한 정보만을 이용하여 검색하게 되므로 이로 인해 자원정보의 검색 비용이 높아 많은 시간적인 지연과 트래픽이 다수 발생 하였다. 이런 문제점을 해결하기 위해서 각 랑데부 피어 검색 시 우선 순위를 두어 자원