

효율적인 멀티미디어 콘텐츠 공유를 위한 CAN 기반 P2P 네트워킹

박찬모, 김종원

*광주과학기술원 정보통신공학과 네트워크미디어 실험실

P2P Networking based on CAN for Effective Multimedia Contents Sharing

ChanMo Park, JongWon Kim

Networked Media Lab., Department of Information and Communications,

Kwang-Ju Institute of Science & Technology (K-JIST)

{cmpark, jongwon}@netmedia.kjist.ac.kr

Abstract

A efficient P2P (peer to peer) networking for sharing multimedia contents is proposed to overcome the limitations of unstructured approaches. The proposed approach is attempting to organize the participating P2P nodes by modifying a n-dimensional cartesian-coordinate space DHT (distributed hash table), CAN (content addressable network). The network identifiers (e.g., network prefix of IP address) of participating nodes are mapped into the CAN virtual coordinate space (in 2-d) and nodes with similar identifiers are grouped into the same zone. The proposed scheme is expected to show some level of concentration reflecting the network identifiers. Network simulator-based evaluation is performed to verify the effectiveness of the proposed scheme.

I. 서론

인터넷, 컴퓨터, 및 네트워크의 발달로 다양한 유형의 자료들이 존재하게 되었다. 특히 사용자에 의해 선호되는 자료의 형태는 멀티미디어 자료들이다. 이들 자료들은 파일 형태로 존재한다. 현재 알려진 파일 공유를 위한 목적으로 사용되는 P2P 응용에는 Napster, 소리바다, Gnutella, KaZaA 등이 대표적이다 [1,2,3,4]. 이러한 P2P 응용들은 문제점을 갖고 있다. Napster와 소리바다등 P2P 파일 공유의 경우, 중앙 서버를 통한 검색을 지원하기 때문에 노드의 계속적인 증가에 대비한 확장성 문제와 전체 시스템의 DoS(Denial of Service) 공격 취약성으로 인한 안정성 문제를 갖고 있다. Gnutella와 KaZaA등은 확장성 및 안정성에 대한 대안으로 중앙 서버 배제를 통한 분산 P2P를 사용하므로써 해결코자 하고 있다. 이들의 문제점은 검색의 비용 증가를 갖고 있다는 점에서 확장성에 문제를 갖고 있다.

* 본 논문은 정보통신부 정보통신연구진흥원에서 지원하고 있는 정보통신기초연구지원사업과 광주과학기술원의 연구비 지원을 받아 수행되었음.

이를 해결하기 위한 연구들은 분산 해쉬 테이블을 통한 구조적인 overlay 네트워킹을 구성하는 것이다. 이러한 연구들로는 Tapestry, Pastry, Chord와 CAN(Content-Addressable Network)등을 들수 있다 [2,4,5]. 파일들은 파일 이름등을 해쉬한 키 값으로 연결되어 있다. 그리고 각 노드들은 특정 범위의 키 값들을 저장한다. 그러므로 해당하는 키 값을 저장하는 노드로 라우팅을 통해 검색하도록 검색 효율성을 증가시킨다.

분산 해쉬 테이블을 사용하는 구조적 P2P 시스템에서 성능은 특정 노드에 도달하기 위해 필요한 라우팅 hop 수에 의존적이게 된다. 라우팅 hop 수를 줄이기 위해 본 논문은 노드들을 네트워크 식별자에 따라 그룹화하여 변형된 2차원 CAN 좌표 공간의 존에 맵핑하여 overlay 네트워킹상의 가상 노드 수를 줄이기 위한 멀티미디어 콘텐츠 공유를 위한 분산 해쉬 기반 P2P 공유 시스템을 제안한다.

본 논문은 2장에서 분산 해쉬 테이블을 사용하는 CAN에 대해 간략히 살펴보고 제안하는 프로토콜에 대해 논의한다. 3장에서 제안 프로토콜의 실험을 통한 결과들을

분석한다. 마지막 4장에서는 본 논문의 결론을 맺도록 한다.

II. P2P 멀티미디어 콘텐츠 공유 시스템

본 논문에서 제안하는 멀티미디어 콘텐츠 공유 P2P 네트워크를 위한 시스템으로 분산 해쉬 테이블을 이용한다. 분산 해쉬 테이블을 사용하는 시스템은 특정 노드에 도달하는 데 필요한 라우팅 hop 수를 줄이기 위한 것이다. 이를 위해 참여하는 노드의 네트워크 식별자를 사용하여 분산 해쉬 테이블 기반 CAN의 2차원 공간에 맵핑하도록 한다.

1. CAN

CAN은 Gnutella나 KaZaA와 같은 완전 분산 P2P 네트워크의 분산 검색 (distributed lookup) 문제를 해결을 위해 제안되었다. CAN은 가장 n 차원 좌표 공간을 사용하여 (키, 값)을 저장한다. 키는 CAN 공간의 한 점으로 해쉬를 통해 지정된다. CAN에서 모든 노드는 특정 범위의 공간인 존을 가진다. 새로운 노드가 CAN 시스템에 연결하면, 존들 중 하나가 선택되어져 두개로 분할된다. CAN에 있는 각 노드는 좌표 공간상에서 인접하고 있는 노드들에 대한 IP 정보들로 구성된 라우팅 테이블을 가진다. CAN에서 메시지 라우팅은 목적지 좌표를 갖는 메시지를 목적지 좌표에 가장 인접한 이웃 존으로 포워딩으로 이루어진다. 이러한 프로토콜을 통하여 CAN에 있는 모든 노드는 전체 네트워크에 대한 topology 정보를 유지할 필요가 없게 하여 확장성 및 안정성을 제공한다 [5]. 그림 1은 5개의 노드로 구성된 CAN의 존 분할 상태와 5번 노드에서 4번 노드로의 라우팅을 보여주고 있다.

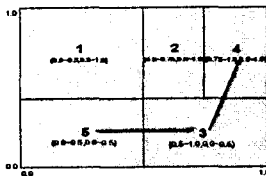


그림 1 5개 노드로 구성된 2차원 CAN 공간 및 메시지 라우팅.

2. CAN 기반 P2P 공유 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 P2P 공유 시스템은 CAN에서 임의 지정되는 노드의 2차원 좌표 공간상의 위치를 네트워크 식별자에 따라 배정한다. 동일한 네트워크 식별자를 가진 노드들은 동일한 존에 배정한다. 2차원 공간은 4 Byte 네트워크 식별자를 수용하기 위해 X와 Y축 각각 2 Byte 좌표를 제공한다. 2차원 좌표 공간은 (키,

값)을 저장하기 위한 분산 해쉬 테이블 공간을 형성한다. 노드를 2차원 좌표 공간상의 존에 맵핑하기 위해 4 Byte로 구성된 네트워크 식별자를 상위와 하위 2 Byte로 나눈다. 상위 2 Byte는 Y축 값 그리고 하위 2 Byte는 X축 값으로 좌표 값을 구하여 2차원 공간상의 좌표를 얻는다. 그림 2는 CAN 기반 P2P 공유 시스템 구조를 보여준다. 동일한 네트워크 식별자를 가진 노드들은 동일 존에 맵핑 되므로 그룹화 되어 존내의 2진 트리를 구성한다. 또한 각 존에는 메시지 라우팅 및 존을 관리하는 하나의 코어(core)와 다수의 멤버(member) 노드들로 구성한다. 또한 메시지 라우팅은 존내와 존간 라우팅으로 분리한다. 존내의 메시지 라우팅은 존내의 이진 트리를 통해 이루어진다. 존간 메시지 라우팅은 CAN의 메시지 라우팅과 같은 알고리즘을 통해 전달한다. 존내에서 외부로 라우팅은 직접 존 코어(core) 노드로 전달하여 존간 라우팅을 통해 전달케 한다.

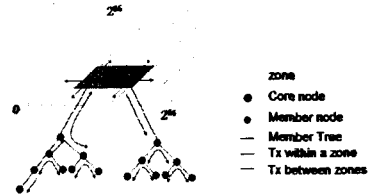


그림 2 CAN 기반 P2P 공유 시스템.

3. 네트워크 참여

새로운 노드가 네트워크에 연결을 하는 경우 그림 3에 보여지는 과정에 따른다. 연결을 원하는 노드는 랑데부(Rendezvous Point)가 되는 이미 알려진 노드로부터 현재 네트워크에 참여 중인 노드의 IP 주소와 포트 번호에 대한 정보를 얻는다.

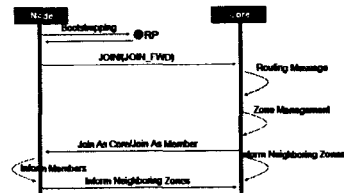


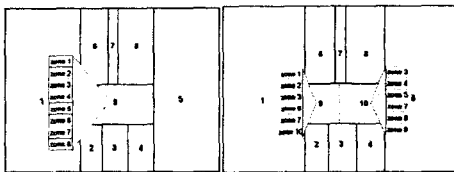
그림 3 노드 네트워크 참여.

참여 중인 노드 정보를 사용하여 연결 요청을 자신의 네트워크 식별자와 함께 보낸다. 연결 요청을 수신한 노드는 자신이 존의 코어가 아닌 경우 존의 코어 노드에 직접 전달하여 요청자의 네트워크 식별자를 포함하는 존으로 메시지가 라우팅(message routing) 되도록 한다. 영역을 관리하는 존의 코어가 연결 요청을 수신하면 자신의 네트워크 식별자와 비교하여 동일한 경우, 현재 존의 멤버 노드로 연결을 하도록 한다. 이것은 4절의 공유 트리 관리를 따른다. 그렇지 않은 경우, 4절

의 존 분할에 따라 자신이 관리하는 영역을 분할하여 새로운 존을 생성하고 자신의 존을 조정한다. 존 분할이 발생하면 이웃 존과 현재 존의 멤버 노드들에게 존 변경을 알린다. 분할로 생긴 존은 연결 요청을 한 노드가 관리하며 자신의 이웃 존들에게 자신의 영역 정보와 코어 노드 정보를 알린다.

4. 존의 분할 및 공유 트리 관리

연결을 요청하는 노드의 네트워크 식별자가 존의 영역 내에 속하는 경우, 존은 분할된다. 존 분할은 X와 Y축의 방향으로 분할된다. 분할 방향의 선택은 현재 존의 네트워크 식별자와 각각 X와 Y축의 차를 구한 후 절대값이 큰 방향으로 결정된다. 또한 존 분할 경계는 두 값의 중간 값으로 정해진다. 존이 분할되면 유지하는 이웃 존은 재배정된다. 재배정된 결과에 따라 이웃 존에 현재 존 및 새로 생성된 존의 정보가 전달되어 변경을 반영토록 한다. 이는 네트워크 식별자를 포함하여야 하기 때문에 CAN에서 양분 되는 것과 다르다. 또한 현재 존은 변경된 정보를 현재 존의 멤버 노드들에게 알려 존 영역 정보를 변경토록 한다. 그림 4는 노드 10이 네트워크에 참여할 때 존 분할 및 분할 후 이웃 존에 대한 재배정을 나타낸다. 분할로 새로 생성된 존에서는 새로 네트워크에 연결된 노드가 코어가 된다.



(a) 분할 전. (b)분할 후.

그림 4 노드 10 참여에 따른 존 분할.

새로 네트워크에 참여하는 노드가 현재 존의 영역 내에 있고 네트워크 식별자가 동일한 경우 존의 멤버 노드로서 연결된다. 존 내의 모든 노드들은 현재 멤버 노드들에 대한 정보를 가지고 있으므로 연결 노드는 현재 존의 정보를 받아 자신을 포함한 트리를 재구성한다. 트리를 구성하기 위해 IP를 정렬하여 이진 트리로 구성한다. 이 트리는 존 내에 모든 노드들이 공유한다. 존 공유 트리에서 메시지는 상위와 하위 노드로 전달되며 메시지를 수신한 경우, 수신 노드를 제외한 방향으로 메시지 전송을 한다.

그림 5에서 새로운 노드 6이 네트워크에 멤버로 참여하는 경우 트리 생성 및 새로운 노드 참여 정보의 전달을 실선 방향으로 이루어진다. 또한 다른 노드에서 수신된 메시지 전달은 코어 노드로부터 점선을 따라 전달된다. 연결요청 메시지는 연결 노드의 네트워크 식별자를 포함하는 존으로 전달되어야 한다.

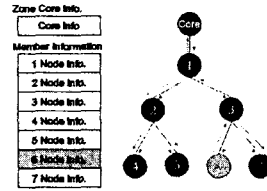


그림 5. 존 내부 공유 트리.

이를 위해 연결요청 메시지를 수신한 존의 코어는 이웃 존 정보를 이용하여 이를 전달한다. 메시지의 전달은 항상 X축 방향을 전달하며 네트워크 식별자의 X축 값을 만족하는 경우 X축 값을 포함하는 Y축으로 전달이 이루어진다.

5. 메시지 라우팅

메시지의 라우팅은 검색을 위한 메시지를 대상 정보를 가지고 있는 노드로 전달하는 것이다. 이를 위해서 CAN을 비롯한 분산 해쉬 테이블 기반 연구들은 다음 두가지 오퍼레이션과 해쉬 함수를 갖고 있다 [2,5].

- insert (key, value)
- value = retrieve(key)

여기에서 key는 파일 이름등이 될 수 있으며 value는 파일을 실제 소유하고 있는 노드의 주소가 된다. insert는 hash(key)를 통해 좌표 공간상의 존에 맵핑이 되어 메시지 라우팅에 따라 해당 노드에 (key, value)로 데이터를 저장한다. retrieve는 hash(key)를 통해 좌표 공간상의 좌표값을 얻어 메시지 라우팅을 통해 좌표에 해당 하는 노드로부터 실제 소유하는 노드의 주소를 얻는다. 이를 위해 정보를 가진 노드로 메시지가 전달되도록 하는 라우팅이 필요하다. 본 논문에서 라우팅은 메시지를 수신한 코어 노드는 메시지에 포함된 좌표값과 이웃 존의 비교를 통해 전달된다. 해쉬 값의 X를 관리하는 존에 도달할 때까지 X축을 따라 전달된 후 Y축으로 전달된다. 그림 6과 같이 해당 파일을 관리하는 노드가 메시지를 수신한 경우 직접 요청 노드에 응답 메시지를 보낸다.

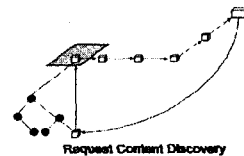


그림 6 메시지 라우팅 (검색).

III. 실험 및 결과

실험을 위해 본 논문에서는 GT-ITM[6]을 사용하여 10,100개의 노드를 생성하고 임의로 추출된 노드들을

사용하여 실험하였다. 추출된 노드들의 P2P 네트워크 생성 및 검색을 위해 시뮬레이터를 구현하였다. 시뮬레이터 구현은 위스콘신 대학의 myns[7]을 기반으로 구현하였다. 랑데부 포인트 노드는 노드 0을 지정하여 사용하였다. 각 노드들이 맵핑 되는 2차원 공간은 실험의 복잡성을 줄이기 위해 X와Y축 모두 8비트를 사용하여 IP 주소를 2^{16} 범위 내 노드들로 하였다.

그림 7은 30개의 노드를 임의로 선택하고 각 노드의 prefix값을 15비트를 사용하여 P2P 네트워크를 형성한 후, 2차원 공간 분할 결과를 보여준다. 분할 공간은 28개의 존으로 구성되어 있으며 나머지 2개 노드는 멤버 노드로 참여하였음을 알 수 있다.

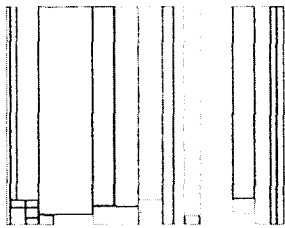


그림 7 노드 공간 분할 (30개 노드).

그림 8은 존의 노드가 유지해야 하는 평균 이웃 존 수의 변화를 보여준다. 평균 이웃 존의 수는 노드의 수가 증가되어도 평균 7정도를 유지함을 결과를 통해 알 수 있다. 이를 통해 P2P 네트워크가 확장성을 가짐을 알 수 있다.

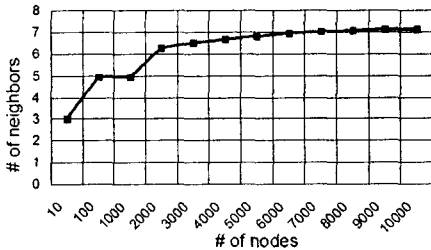


그림 8 평균 이웃 존 수(prefix=15).

그림 9는 네트워크 식별자의 prefix를 감소시켜감에 따른 메시지 라우팅 hop수를 실험한 결과이다. prefix 비트수를 줄이는 것은 동일한 네트워크 식별자를 가진 노드의 수를 증가시킴을 의미하며 한 존에 더 많은 수가 그룹화됨을 의미한다. 또한 라우팅은 (0,0)에서 (255,255)를 포함하는 존으로의 메시지 라우팅시 hop의 수를 측정 한 것이다. 메시지 라우팅의 hop수는 그룹을 크게 함에 따라 hop 수가 감소하며 prefix가 13인때부터 일정하게 유지되며 전체 16비트중 13비트의 네트워크 식별자를 가진다면 26에 근접하는 hop을 갖게 됨을 알 수 있다.

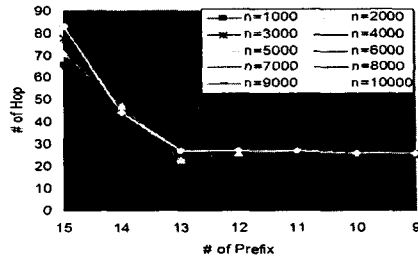


그림 9 Prefix 변화에 따른 라우팅 hop 수.

IV. 결론

본 논문은 실험을 통해 CAN 기반 P2P 네트워크에서 노드의 네트워크 식별자를 사용하여 그룹화함으로써 전체 존의 수를 감소시켜 메시지 라우팅 hop의 수를 감소시켜 멀티미디어 파일을 효과적으로 검색 및 공유할 수 있음을 증명하였다. 또한 라우팅을 위해 유지해야 하는 이웃 존의 수가 일정하게 됨을 보임으로써 확장성을 보임을 증명하였다. 하지만 그룹화의 정도를 결정하는 요소인 네트워크 식별자를 확장하기 위한 연구가 필요하다. 또한 존의 이웃 존 배정을 물리적인 네트워크 topology에 근접하도록 하는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] N. Blundell and L. Mathy, "An overview of Gnutella optimisation techniques,"PGNet2002, 2002.
- [2] S.Androutsellis-Theotokis and D. Spinellis, "A survey of peer-to-peer file sharing technologies,"Athens University of Economics and Business, 2002.
- [3] Clarke, O. Sandberg, and B. Wiley, "Freenet: A distributed anonymous information storage and retrieval system. Designing privacy enhancing technologies,"in Proc. International Workshop on Design Issues in Anonymity and Unobservability, LNCS 2009, Springer, 2001.
- [4] Stoica, R. Morris, D. Karger, F. Kaashoek, and H. Balakrishnan, "Chord: A scalable peer-to-peer lookup service for Internet applications,"in Proc. ACM SIGCOMM, 2001.
- [5] S. Ratnasamy, P. Francis, M. Handley, R. Karp, and S. Shenker, "A scalable content-addressable network,"in Proc. ACM SIGCOMM, 2001.
- [6] GT-ITM: Georgia Tech Internetwork Topology Models, <http://www.cc.gatech.edu/projects/gtitm>
- [7] myns, <http://www.cs.umd.edu/~suman/research>