콘텐츠 검색 서비스를 위한 효율적인 이동 P2P 구조

Efficient Mobile P2P Structure for Content Search Services

곽동원*, 복경수**, 강태호*, 여명호*, 유재수*, 조기형*

충북대학교 정보통신공학과*, 가인정보기술**

Dong-Won Kwak(dwkwak72@daum.net)*, Kyoung-Soo Bok(ksbok@gainit.co.kr)**,
Tae-Ho Kang(thkang@netdb.chungbuk.ac.kr)*, Myung-Ho Yeo(mhyeo@netdb.cbnu.ac.kr)*
Jae-Soo Yoo(yjs@chungbuk.ac.kr)*, Ki-Hung Joe(khjoe@chungbuk.ac.kr)*

요약

본 논문에서는 이동 피어의 콘텐츠 탐색을 효율적으로 지원할 수 있는 이동 P2P 구조를 제안한다. 제안하는 이동 P2P 구조는 이동 피어의 탐색 비용을 감소시키기 위해 이동 피어, 이동 슈퍼 피어, 고정 슈퍼 피어로 구성된 3계층 구조이다. 이동 피어가 콘텐츠 탐색을 수행하기 위해서는 통신 가능한 피어로부터 콘텐츠를 찾고 질의영역 확장을 위해 이동 슈퍼 피어, 고정 슈퍼 피어를 이용한 계층적 콘텐츠 탐색을 수행한다. 계층적 콘텐츠 탐색, 피어 이동성에 따른 서비스 연속성을 보장하기 위해 이동 피어의 가입/탈퇴 과정은 이동성을 지원하는 메시지 구조에 의해 명시적으로 상위 피어에 저장한다. 실험 평가 결과 제안하는 구조는 기존의 2계층 구조 보다 콘텐츠 탐색 속도가 약 32% 향상되었고 고정 슈퍼 피어로 전송되는 메시지를 감소시켜 고정 슈퍼 피어 탐색 부하를 약 25% 감소시켰다.

■ 중심어 : | 이동 P2P 구조 | 이동 슈퍼 피어 | 고정 슈퍼 피어 | 콘텐츠 탐색 |

Abstract

In this paper, we propose the mobile P2P structure supporting content searches for mobile peers efficiently. The proposed mobile P2P structure is a 3-tier structure which consists of a mobile peer, a mobile super peer, and a stationary super peer to reduce the content search cost of mobile P2P service. For content searches, mobile peer searches content in the communication range and performs hierarchical content searches which is using mobile super peer, stationary super peer for expansion of query region. In order to support hierarchical content searches and the continuity of services according to peer mobilities, peer's join/leave processes are explicitly stored by supporting message structures to the upper layer. It is shown through experimental evaluation that the proposed structure improves about 32% contents search performance over the existing 2-tier structure. Since it also reduces the messages transferred to the stationary super peers, it reduced about 25% search loads of them.

■ keyword : | Mobile P2P Structure | Mobile Super Peer | Stationary Super Peer | Content Search |

I. 서론

모바일 폰, PDA와 같은 향상된 무선 기기 제조 기술

의 발전에 따라 무선 이동 환경에서 P2P 콘텐츠 서비스를 제공하기 위한 관심이 부각되고 있다. 이동 P2P 시스템에서 P2P 노드는 유선 P2P 시스템의 노드에 비해

* 이 논문은 2008년 교육과학기술부(지역거점연구단육성사업/충북BIT연구중심대학육성사업단)와

교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

접수번호 : #081006-006

접수일자 : 2008년 10월 06일

심사완료일 : 2009년 01월 14일

교신저자 : 유재수, e-mail : yjs@chungbuk.ac.kr

좁은 대역폭, 배터리 수명에 의한 짧은 생명주기, 노드 이동성에 의한 위상 불일치와 같은 문제점이 발생한다. 따라서 무선 이동 환경에서 P2P 기반의 콘텐츠 서비스를 제공하기 위한 효율적인 콘텐츠 탐색 기술들이 연구되고 있다.

순수 이동 P2P 시스템에서는 피어 자율성으로 인해 콘텐츠 탐색 효율을 향상시키기 위한 일관된 P2P 시스템 구축이 어렵다. 또한, 브로드캐스트 패킷을 중복되게 수신할 가능성이 증가하고 이웃 노드간의 자원 경쟁 및 패킷 충돌현상을 유발하는 브로드캐스트 스톰 현상의 단점이 있다[1]. 이러한 단점을 해결하기 위해 오버레이 네트워크 또는 슈퍼 피어 오버레이 네트워크 구조를 이용하여 탐색 효율성을 향상시키기 위한 연구가 진행되고 있다. 특히 슈퍼 피어 구조에서는 근본적인 위상 불일치 문제를 해결하기 위해 물리적 지역성을 고려한 슈퍼 피어 오버레이 네트워크 구조를 이용한 연구들이 진행되고 있다[2-5]. 이러한 이동 P2P 시스템은 IEEE 802.11 기반의 교통정보, 차-대-차 날씨 정보 교환, 음악, 비디오, 클립이미지 공유 그리고 일대일 미팅, 이동 전자 상거래, 유비쿼터스 컴퓨팅과 같은 애플리케이션에 사용된다[3][5][6].

순수 이동 P2P 구조의 브로드캐스트 스톰의 단점을 해결하기 위해 오버레이 네트워크 또는 슈퍼 피어를 이용한 하이브리드 구조를 제안하였다[2-5]. 기존에 제안된 이동 P2P 구조는 2계층 구조로서 이동 피어의 자율성 및 이동성을 지원하는 메시지 구조에 대한 고려가 없으며 이동 피어의 이동성 관리를 위한 주기적인 통신비용이 발생한다. 또한, 이동 피어가 콘텐츠 탐색 메시지를 필수적으로 고정된 슈퍼 피어로 전송해야 하기 때문에 탐색 과정에서 슈퍼 피어의 부하가 발생한다. 기존 이동 P2P에서는 슈퍼 피어 위임 시 슈퍼 피어 선출 과정이 필요하며 비정상적인 이탈시 서비스 연속성을 보장할 수 없는 구조이다.

본 논문에서는 이동 피어의 정보를 계층적으로 관리하여 효율적인 콘텐츠 소유 피어 탐색, 질의 영역 확장, 서비스 연속성을 보장할 수 있는 이동 P2P 구조를 제안한다. 제안하는 P2P 구조는 이동 피어, 이동 슈퍼 피어, 고정 슈퍼 피어 구조로 구성된다. 이동 피어는 자신의

콘텐츠 목록을 이동 슈퍼 피어에 등록하고 이동 슈퍼 피어는 해당 콘텐츠 목록을 고정 슈퍼 피어로 동기화한다. 제안 구조는 콘텐츠 소유 피어 탐색 속도를 개선하고 탐색 메시지 비용을 최소화 한다. 또한, 구조적 특성에 의해 서비스 연속성을 보장할 수 있도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 이동 P2P 구조를 위한 기존 연구에 대해 기술하고 III장에서는 기존 연구의 구조적 문제점을 해결하기 위한 제안 구조 및 기능에 대해 기술한다. IV장에서는 기존 구조와의 성능평가를 수행하고 마지막 V장에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

II. 관련 연구

무선 통신을 이용한 이동 P2P 구조에서 콘텐츠 탐색 효율성 향상, 질의 영역 확장, 이동성 관리를 위한 오버레이 네트워크, 슈퍼 피어, 순수 P2P 구조가 제안되었다. 오버레이 네트워크 구조는 피어간의 링크 정보 또는 데이터와 주소값을 해시로 관리함으로써 콘텐츠 탐색을 제공한다. 순수 P2P구조는 피어 간에 브로드캐스트를 통해 서비스를 제공하는 구조이다. 이에 반해 슈퍼 피어 구조는 슈퍼 피어가 물리적인 지역 서비스를 제공하는 구조이다. 순수 P2P구조의 Rank-based Broadcast 기법[7]은 CSMA환경에서 broadcast trigger와 트래픽 용량을 최적화하기 위해 가장 의미 있는 자원 정보, 즉 특정 영역에 가중치를 고려한 정보와 질의를 동시에 broadcast함으로써 이동객체 이동시($R/2$) 새로운 영역에 최신의 정보를 제공한다.

오버레이 네트워크 구조로 LL-NET[2], Multi-level hashing[3] 등이 제안되었다. LL-NET 구조는 오버레이 네트워크가 이동 피어에 대한 위치 정보만을 관리하고 이동 피어가 근접 피어의 콘텐츠 인덱스를 관리한다. 따라서 콘텐츠 탐색 시 LL-NET을 참조할 경우 콘텐츠 인덱스 정보를 오버레이 네트워크 계층에서 관리하지 않음으로 LL-NET에 의해 반환되는 모든 피어에 대해 탐색질의를 전달하는 1:N의 비효율적인 탐색 연산을 수행한다. Multi-level hashing 구조는 2레벨 분산

해시 기법을 이용하여 라우팅 비용을 감소시킨다. 첫 번째 레벨은 콘텐츠 요청을 지역적으로 해시하여 라우팅 오버헤드를 감소시키고 두 번째 레벨에서는 요청하는 영역으로 질의를 전달하여 질의 영역을 확장한다.

슈퍼 피어 구조로 LAWM[4], Network-aware file sharing[5], Index-server 최적화[6] 기법들이 제안되었다. LAWM 구조는 콘텐츠 탐색과 질의 영역 확장, 이동성 관리를 위해 지역적인 하위 오버레이를 구성하고 상위 오버레이의 슈퍼 피어를 Chord ring으로 구성한다. Chord ring은 상위의 슈퍼 피어들을 원형 주소 공간에 노드의 데이터와 주소를 해시하여 핑거 테이블(finger table) 테이블을 구성하는 기법이다. 또한, 이동성 관리를 상위 오버레이의 슈퍼 피어가 피어를 주기적으로 관리한다. 그러나 콘텐츠 탐색 시 필수적으로 고정된 슈퍼 피어에 탐색 질의를 전달해야 하는 단점이 있다. Network-aware file sharing 구조는 무선 이동 네트워크에서의 P2P 파일 공유 애플리케이션 관점의 자원 탐색을 위해 클러스터 헤더가 피어의 공유 파일 인덱스와 위치정보를 관리한다. 피어의 이동성 관리를 위해 클러스터 헤더가 Mobile IP의 에이전트 역할을 수행한다. 일반 피어가 파일 탐색 질의를 수행할 경우 자신이 속한 클러스터의 슈퍼 피어에 요청을 전달하여 IP 주소 기반의 최장 프리픽스 검색을 수행한다. 또한 슈퍼 피어 단절 시 자원 기반의 위임 피어 선출을 수행한다. Index-server 최적화 기법은 무선 Ad-hoc 환경에서의 Index-server 기법을 비교하였다. 이 연구에서는 Flooding의 메시지 생성, 탐색 결과 불확실성, 탐색 속도 저하와 같은 단점을 보완하기 위한 Consistent와 Local 기법을 제안하였다.

III. 제안하는 이동 P2P 구조

1. 제안 동기

무선 이동 환경에서의 효율적인 콘텐츠 탐색, 질의 영역 확장, 서비스 연속성 지원을 위해 이동 피어, 이동 슈퍼 피어, 고정 슈퍼 피어로 구성된 이동 P2P 구조를 제안한다. 제안하는 이동 P2P 구조는 피어 상호간에 계

층적으로 콘텐츠 목록을 관리함으로써 이동 P2P 구조에서 콘텐츠 소유 피어 탐색, 질의 영역 확장, 서비스 연속성을 극대화할 수 있다. 또한, 이동 피어, 이동 슈퍼 피어, 고정 슈퍼 피어가 콘텐츠 명 외의 이동피어 위치, 이동방향/속도 등을 고려한 메시지를 이용하여 탐색을 수행한다.

이동 P2P 환경에서는 특정 피어가 이동하면서 특정 콘텐츠를 사용하기 위해 콘텐츠 소유 피어를 탐색한다. 이동 피어에 포함된 콘텐츠를 연속적으로 서비스 받기 위해서는 이동성이 유사한 피어를 탐색할 필요가 있다. 제안하는 이동 P2P 구조는 피어의 이동성을 고려하여 콘텐츠를 포함한 피어를 효과적으로 탐색할 수 있다. [그림 1]은 제안하는 이동 P2P 구조에서의 이동성을 고려한 콘텐츠 소유 피어 탐색 서비스를 나타낸다.

그림 1. 이동성을 고려한 콘텐츠 소유 피어 탐색 서비스

이동 피어는 통신 가능 영역 R 내에서 통신하고 이동 슈퍼 피어 O_{t1} 은 이동 피어 O_{t1} , O_{t2} , O_{t3} , O_{t4} 의 콘텐츠 정보를 등록하여 관리하고 해당 정보를 고정 슈퍼 피어 SS에 전송하여 일관성을 유지한다. 이때, 고정 슈퍼 피어 SS는 특정 영역의 모든 이동 슈퍼 피어에 대한 정보를 관리한다. 이동피어 O_{t4} 는 근접 피어 탐색을 통해 O_{t1} , O_{t3} 의 콘텐츠 목록을 공유하고 이동 슈퍼 피어인 O_{t1} 을 통해 자신통신 영역 외의 O_{t2} 가 Seg#1의 지역으로 1m/s의 속도로 이동함을 알 수 있다. 따라서 이동 피

어 O_{14} 는 O_{12} 를 선택하여 전송 받고자 하는 콘텐츠를 지속적으로 서비스 받을 수 있다.

[그림 2]는 기존 2계층 이동 P2P 구조를 나타낸다. 기존 2계층 구조에서 슈퍼 피어(SP_1, SP_2, SP_3)는 특정 위치에 고정되어 해당 영역의 이동 피어를 관리하는 역할을 수행한다. 이동피어 O_{14} 가 콘텐츠 탐색 수행 시 O_{12} 가 찾고자 하는 콘텐츠를 소유할 경우 슈퍼 피어 SP_2 로 탐색 메시지를 전달하여 최소 2회의 탐색 메시지를 전송해야 한다. 기존 2계층 구조는 다음과 같은 문제점이 있다.

- 콘텐츠 탐색 시 필수적인 슈퍼 피어로 탐색 메시지 전달에 의한 고정된 슈퍼 피어 부하가 증가함.
- 질의 영역 확장을 위해 슈퍼 피어 SP_1, SP_2, SP_3 가 일관성 유지를 위한 슈퍼 피어 간의 주기적인 통신 및 자신이 슈퍼 피어임을 방송해야 하는 통신 오버헤드 발생함.
- 슈퍼 피어 이탈 시 서비스 연속성 보장을 위한 위임 피어 선정을 위한 선출 단계가 필요하고 이에 의한 메시지 오버헤드가 발생함.
- 슈퍼 피어 비정상 이탈 시 고정된 슈퍼 피어 간의 물리적 위치, 서비스 부하에 의해 서비스 목록을 완벽하게 위임할 수 없음.
- 기존 해시 기반 슈퍼 피어 구조는 콘텐츠와 위치만을 해시함으로서 정확 일치 질의만 가능하고 물리적인 지역성을 고려하지 않으므로 위상 불일치 발생함.

그림 2. 기존 2계층 이동 P2P구조

2. 제안 구조

제안하는 P2P 구조는 [그림 3]과 같이 이동 피어(O_i), 이동 슈퍼 피어(MSP_n), 고정 슈퍼 피어(SS) 3계층의 구조로 구성되어 이동 피어의 콘텐츠 목록에 대한 계층적 관리 및 탐색을 수행한다. 지역적으로 분리되어 통신이 불가능한 이동 피어 간의 콘텐츠 목록 공유를 위해 이동 슈퍼 피어 MSP_1 과 MSP_2 가 클러스터로 구성되어 질의 영역을 확장하고 고정 슈퍼 피어를 통해 일관성을 유지한다. 콘텐츠 소유 피어 탐색 수행 시 이동 피어는 근접 피어 탐색 과정을 통해 통신 가능한 피어들의 콘텐츠 목록을 공유하고 없는 경우 이동 슈퍼 피어를 통한 탐색을 수행한다. [표 1]은 제안 구조의 구성요소의 역할을 자세히 설명한다.

그림 3. 제안하는 이동 P2P구조

표 1. 이동 P2P구조 구성 요소 역할 정의

요소	역할
이동 피어	실제 콘텐츠를 소유하거나 콘텐츠 탐색을 요청하는 수행하는 피어로 필요에 따라 이동 슈퍼 피어의 역할 수행
이동 슈퍼 피어	고정 슈퍼 피어와 이동 피어의 중개 역할을 수행하여 고정 슈퍼 피어 부하 감소, 지역적으로 이동 피어를 관리하여 탐색 속도 향상 및 질의 영역 확장 수행
고정 슈퍼 피어	이동 슈퍼 피어의 콘텐츠 목록을 저장하여 지역적인 이동 슈퍼 피어간의 콘텐츠 일관성 유지 및 이동 슈퍼 피어 간의 서비스 연속성 보장

이동 피어는 피어 자율성을 지원하기 위해 동적으로 클라이언트/서버 역할을 동적으로 변경할 수 있다. 이러한 과정을 동적 이동 슈퍼 피어 전이라 하고 이를 통

해 질의 영역 확장과 고정 슈퍼 피어와 피어 목록을 동기화하여 콘텐츠 일관성을 유지한다. 이동 피어가 이동 슈퍼 피어로 전이되는 조건은 다음과 같다.

- 통신 가능한 영역 내에 이동 피어가 없는 경우
- 직접적으로 통신 가능한 이동 피어로부터 수신한 콘텐츠 목록을 참조하여 기존 이동 슈퍼 피어와의 거리가 $R+R$ 이상일 경우
- 이동 슈퍼 피어로부터 탈퇴 메시지를 전달받은 경우

[그림 4]는 이동 피어가 임의의 x, y 좌표에서 이동 슈퍼 피어 전이 조건에 의해 이동 슈퍼 피어로 전이되는 과정을 나타낸다. 첫 번째 조건으로 이동 슈퍼 피어 $MSP_1 \sim MSP_4$ 는 이동 슈퍼 피어로 생성되고 이동 슈퍼 피어 상호간에 클러스터로 구성되어 지역적으로 분리된 영역의 콘텐츠 정보를 공유하여 질의 영역을 확장할 수 있다. 두 번째 조건으로 MSP_5 는 이동 슈퍼 피어로 생성되고 세 번째 조건에 의해 MSP_6 은 이동 슈퍼 피어 MSP_5 가 자신의 이탈을 MSP_6 피어에 전파한다. MSP_6 피어는 이동 슈퍼 피어로 전이되어 이동 슈퍼 피어의 서비스 목록을 위임하여 이동 슈퍼 피어 서비스 연속성을 보장할 수 있는 구조이다.

그림 4. 이동 슈퍼 피어 생성

이동 피어의 이동성 및 피어 역할을 고려한 탐색을 지원하기 위해서는 콘텐츠 명과 위치정보 외에, 방향/속도, 서비스모드, 콘텐츠 목록 개수와 같은 요소를 고

려해야 한다. 이동 피어가 이동하면서 특정 콘텐츠를 연속적으로 서비스 받기 위해서는 탐색된 콘텐츠 소유 피어 목록 중 자신과 가장 유사한 이동 방향/속도로 이동하는 피어를 탐색해야 한다. 이동 피어를 탐색하기 위해서는 콘텐츠 명 외의 이동피어 위치, 이동방향/속도 등을 고려한 메시지 구조가 고려되어야 한다. [그림 5]는 제안 구조에서 교환하는 메시지 구조를 나타낸 것이고 [표 2]는 메시지 구조를 자세히 설명한다.

ID	X,Y	R_Itm	Q_Itm	Mod	Dir/Speed	Cnt	LifeTm	Range
----	-----	-------	-------	-----	-----------	-----	--------	-------

그림 5. 메시지 구조

표 2. 이동성을 고려한 메시지 구조 상세 설명

항목	정의
ID	이동 피어 ID
X,Y	이동 피어의 위치 좌표(x,y)
R_Item	이동 피어가 소유한 콘텐츠 명
Q_Item	이동 피어가 탐색하고자하는 콘텐츠 명
Mode	이동, 슈퍼 피어 구분
Dir/Speed	이동 피어 방향/속도
Cnt	이동 피어가 콘텐츠 목록 개수(n+1)
LifeTm	이동 피어 생존 시간
Range	이동 피어 전파 범위(N홉)

제안 구조의 메시지 구조에서 이동 피어가 콘텐츠 목록과 자신의 이동성을 고려한 가능한 질의는 다음과 같다.

- 현재 위치에서 통신 가능한 이동피어 중 특정 콘텐츠를 소유한 이동피어들 중 가장 근접한 이동피어를 검색하라.
- 현재 이동하는 방향으로 이동하는 이동 피어 중 특정 콘텐츠를 소유한 피어 중 자신과 가장 유사한 방향/속도로 이동하는 이동피어를 검색하라.
- 현재 위치에서 가장 많은 콘텐츠를 소유한 이동피어를 탐색하라.

제안 구조의 메시지 형식은 기존 해시 기반의 정확 일치 질의 외에 다양한 조건을 적용할 수 있는 불리언 질의가 가능하다.

3. 피어 관리

이동 P2P 구조에서 피어 이동성 관리를 위한 슈퍼 피어의 주기적인 방송은 전체적인 메시지 양과 슈퍼 피어 부하를 증가시킨다. 제안하는 이동 P2P 구조에서는 명시적 등록/탈퇴 과정에 의해 피어 이동성이 관리된다. [그림 6]은 이동 피어, 이동 슈퍼 피어, 고정 슈퍼 피어를 계층으로 관리하기 위한 과정을 나타낸다. O_1 피어가 이동 슈퍼 피어로 생성되면 자신의 콘텐츠 목록을 고정 슈퍼 피어로 등록한다. 이후 생성된 이동 피어 O_2 , O_3 , O_4 는 이동 슈퍼 피어 O_1 에 등록하고 O_1 은 해당 콘텐츠 목록을 고정 슈퍼 피어로 전송한다. 또한, 이동 피어 O_2 , O_3 , O_4 가 이탈 또는 서비스를 종료할 경우 명시적으로 탈퇴 메시지를 이동 슈퍼 피어에 전송한다. 이동 슈퍼 피어 O_1 은 해당 이동 피어의 콘텐츠 목록을 삭제하고 O_2 , O_3 , O_4 에 대한 탈퇴 정보를 고정 슈퍼 피어로 전송하여 동기화를 수행한다. 이때, 이동성 관리를 이동 슈퍼 피어가 주기적인 방송을 통해 관리하지 않고 이동 피어 O_2 , O_3 , O_4 가 이동 슈퍼 피어 O_1 로 명시적 등록/탈퇴를 수행하여 메시지 비용을 감소시키고 탐색 효율성 및 일관성을 보장할 수 있다.

그림 6. 피어의 명시적 등록/탈퇴 과정

이동 슈퍼 피어는 고정 슈퍼 피어를 통해 콘텐츠에 대한 일관성을 유지하고 질의 영역 확장을 수행할 수 있다. [그림 7]은 이동 슈퍼 피어가 이동피어의 등록 메시지를 수신한 경우 해당 콘텐츠 목록을 자신의 객체로서 저장하고 해당 콘텐츠 목록을 고정 슈퍼 피어로 전

송하는 알고리즘을 나타낸다.

```
Algorithm InsertNormalPeer(contMsg)
/* 이동 피어의 콘텐츠 목록 저장 및 고정 슈퍼 피어로 콘텐츠
   목록 전송 */
{
    전송된 이동피어 콘텐츠 목록 저장;
    콘텐츠 목록을 고정 슈퍼 피어로 전송;
}
```

그림 7. InsertNormalPeer()알고리즘

[그림 8]은 이동 피어와 이동 슈퍼 피어의 명시적 탈퇴 알고리즘을 나타낸다.

```
Algorithm LeavePeer()
/* 이동피어 또는 이동슈퍼피어가 탈퇴할 경우의 명시적 탈
   퇴 메시지 전송 */
{
    if(이동 슈퍼 피어일 때) {
        이동피어의 탈퇴 메시지를 고정 슈퍼 피어로 전송;
        자신이 관리하는 이동 피어들에게 탈퇴 메시지 방송;
    }
    else {
        이동 슈퍼 피어에 탈퇴 메시지 전송;
    }
}
```

그림 8. LeavePeer()알고리즘

4. 콘텐츠 소유 피어 탐색

이동 P2P 구조에서 콘텐츠 탐색을 위한 임의적인 탐색 메시지 전송은 브로드캐스트 스톰 현상을 발생시킨다. 또한 필수적인 슈퍼 피어 참조과정에 의해 근접 피어에 대해 우회적인 탐색이 발생하고 슈퍼 피어의 부하를 증가시킨다. 제안하는 이동 P2P구조의 이동 피어는 콘텐츠 소유 피어 탐색 시 세가지 전략에 의해 탐색을 수행할 수 있다. 첫째, 이동 피어는 통신 가능한 근접 피어의 콘텐츠 목록 공유를 위한 근접 피어 탐색을 수행한다. 둘째, 이동 슈퍼 피어로 전이 된 경우 고정 슈퍼 피어를 이용하는 탐색을 수행한다. 셋째, 통신 가능한 근접 영역 내의 이동 슈퍼 피어를 이용하여 탐색을 수행한다. [그림 9]는 첫 번째 전략인 근접 피어 탐색을 통해 통신 가능한 근접 피어 간에 콘텐츠 목록 공유 과정을 나타낸다.

그림 9. 근접 피어 탐색에 의한 콘텐츠 목록 공유

이동 피어 O_1, O_2, O_3, O_4 는 순차적으로 생성되어 각 피어의 콘텐츠 목록을 공유한다. 피어 O_5 는 근접피어 탐색 과정을 통해 4개의 피어를 인식하고 콘텐츠 목록을 공유한다. 이 과정을 통해 O_5 는 “dog”에 대한 콘텐츠 소유 피어인 O_1, O_3 로 접속하여 콘텐츠를 서비스 받을 수 있다. [표 3]은 근접 피어 탐색 과정에 대한 콘텐츠 목록 공유 결과를 나타낸다. 이 과정은 다음과 같은 2가지의 장점이 있다. 첫째, 통신 가능한 근접 피어 간에 콘텐츠 목록을 공유를 통해 직접적으로 콘텐츠 목록을 탐색할 수 있고 이동 피어 상호 간에 풍부한 콘텐츠 목록을 전달할 수 있다. 둘째, 이동 슈퍼 피어로 질의를 전달하는 불필요한 과정을 제거하여 이동 슈퍼 피어 부하가 감소할 수 있다.

표 3. 근접 피어 탐색 결과

피어ID	좌표	등록	질의	근접피어	소유피어	역할
O_1	50.40	dog	cat	null	null	슈퍼
O_2	40.50	cow	dog	O_1	O_1	일반
O_3	30.40	dog	cow	O_1, O_2	O_2	슈퍼
O_4	30.50	bear	deer	O_1, O_2, O_3	null	일반
O_5	40.40	cat	dog	O_1, O_2, O_3, O_4	O_1, O_3	일반

[그림 10]은 이동 피어의 근접 피어 탐색 과정에서 이동 피어의 좌표 기준으로 통신 가능한 근접 영역 R 내에 존재하는 이동 피어를 인식하는 있는 라우팅 알고리즘을 나타낸다. 이동피어는 $XyCoordinRangeCal()$ 을 수행하여 통신 가능한 이동피어의 콘텐츠 목록을 공유한다.

```

Algorithm XyCoordRangeCal(Xcrd, Ycrd, N)
/* 피어 자신의 좌표를 기준으로 통신가능 영역 내의 피어 탐색 */
{
  /* 통신 가능 영역 내의 X축 최소, 최대 좌표 값 추출 */
  for(Xmin=Xcrd-N;Xmin<=Xmax;Xmin=Xmin+N){
    /* 통신 가능 영역 내의 Y축 최소, 최대 좌표 값 추출 */
    for(Ymin=Ycrd-N;Ymin<=Ymax;Ymin=Ymin+N){
      /* 통신 가능 영역 내의 X,Y축 좌표 값 저장 */
      nnCoordList=Xmin+Ymin;
    }
  }
  return nnCoordList
}

```

그림 10. XyCoordRangeCal()알고리즘

[그림 11]은 두 번째 탐색 전략인 고정 슈퍼 피어를 통한 이동 슈퍼 피어의 콘텐츠 소유 피어 탐색 과정과 세 번째 탐색 전략인 이동 피어가 이동 슈퍼 피어를 통해 콘텐츠 소유 피어를 탐색하는 2가지 경우를 나타낸다. 첫째, O_1, O_2, O_3 피어가 이동 슈퍼 피어로 전이되어 고정 슈퍼 피어의 콘텐츠 목록을 다운로드하여 직접적으로 콘텐츠 소유 피어를 찾을 수 있다. 둘째, O_4 는 이동 슈퍼 피어 O_1 으로 탐색 메시지를 전송하고 탐색 결과가 없으면 O_1 은 고정 슈퍼 피어를 탐색하여 콘텐츠 소유 피어의 정보를 O_4 로 전달한다. 이 과정을 통해 이동 피어가 이동 슈퍼 피어를 통해 지역적 탐색 범위의 한계를 극복할 수 있는 질의 영역 확장을 제공한다. [표 4]는 고정 슈퍼 피어와 이동 슈퍼 피어를 통해 질의 영역 확장에 대한 콘텐츠 소유 피어 탐색 결과를 나타낸다.

그림 11. 고정 슈퍼 피어를 이용한 탐색

표 4. 고정 슈퍼 피어 탐색 결과

피어ID	좌표	등록	질의	근접피어	소유피어	역할
O ₁₁	40.40	cow	dog	null	null	슈퍼
O ₁₂	20.70	tiger	cow	O ₁₁	O ₁₁	슈퍼
O ₁₃	60.70	horse	tiger	O ₁₁ , O ₁₂	O ₁₂	슈퍼
O ₁₄	50.40	deer	horse	O ₁₁ , O ₁₂ , O ₁₃	O ₁₃	일반

[그림 12]는 이동 피어가 이동 슈퍼 피어를 통해 콘텐츠 소유 피어를 탐색하는 과정으로 이동 피어가 동적으로 이동 슈퍼 피어로 전이되는 2가지 경우와 이를 이용한 콘텐츠 소유 피어 탐색 과정을 나타낸다. 이동 피어 O₁₁, O₁₄는 근접 피어 탐색을 수행하고 첫 번째 이동 슈퍼 피어 전이 조건에 의해 이동 슈퍼 피어로 생성된다. 이동 피어 O₁₂, O₁₃, O₁₅는 근접 피어 탐색 과정에 의해 이동 슈퍼 피어 O₁₁에 콘텐츠 목록을 등록한다. 이동 피어 O₁₆는 근접 피어 탐색 과정을 통해 O₁₂와 콘텐츠 목록을 상호 공유한다. O₁₆과 O₁₁의 통신 가능 거리가 R+R 이상이므로 두 번째 이동 슈퍼 피어 전이 조건에 의해 이동 슈퍼 피어로 전이된다. [표 5]는 이 과정에 대한 이동 슈퍼 피어 생성 결과 및 탐색 결과를 나타낸다.

그림 12. 이동 슈퍼 피어 생성 및 탐색

표 5. 이동 슈퍼 피어 생성 및 탐색 결과

피어ID	좌표	등록	질의	근접피어	소유피어	역할
O ₁₁	40.40	cat	dog	null	null	슈퍼
O ₁₂	50.30	bear	cat	O ₁₁	O ₁₁	일반
O ₁₃	50.50	horse	bear	O ₁₁ , O ₁₂	O ₁₂	일반
O ₁₄	20.70	cow	tiger	O ₁₁ , O ₁₂ , O ₁₃	null	슈퍼
O ₁₅	30.30	tiger	cow	O ₁₁ , O ₁₂ , O ₁₃ , O ₁₄	O ₁₄	일반
O ₁₆	60.20	snake	bear	O ₁₁ , O ₁₂ , O ₁₃ , O ₁₄ , O ₁₅	O ₁₂	슈퍼

[그림 13]은 이동 피어 O₁₄가 근접 피어 탐색 과정을 통해 통신 가능한 콘텐츠 소유 피어에 대한 2개의 경로를 인식하는 과정을 나타낸다. O₁₁이 이동 슈퍼 피어로 생성되고 이동피어 O₁₂, O₁₄는 각각의 콘텐츠 목록을 이동 슈퍼 피어인 O₁₁에 콘텐츠 목록을 등록한다. 이동 피어 O₁₄는 이동 슈퍼 피어 O₁₁을 통해 통신이 불가능한 이동 피어 O₁₂와 통신 가능한 이동 슈퍼 피어 O₁₃를 동시에 탐색 할 수 있다. [표 6]은 이 과정에 대한 탐색 결과를 나타낸다.

그림 13. 2개의 콘텐츠 소유 피어 경로

표 6. 2개의 콘텐츠 소유 피어 탐색 결과

피어ID	좌표	등록	질의	근접피어	소유피어	역할
O ₁₁	40.40	cat	dog	null	null	슈퍼
O ₁₂	30.50	cow	cat	O ₁₁	O ₁₁	일반
O ₁₃	60.50	cow	bear	O ₁₁	null	슈퍼
O ₁₄	50.40	dog	cow	O ₁₁ , O ₁₂ , O ₁₃	O ₁₂ , O ₁₃	일반

[그림 14]는 이동 피어가 이동 슈퍼 피어로 전이되는 과정을 나타낸 알고리즘이다. XyCoordinRangeCal() 수행 결과가 없는 경우 이동 슈퍼 피어로 전이된다. 반대의 경우 공유된 콘텐츠 목록 중 [그림 5]의 메시지 구조의 “Mod” 필드를 참조하여 통신 불가능 영역 R+R 거리 이상에 이동 슈퍼 피어가 존재할 경우 이동 슈퍼 피어로 전이된다.

```

Algorithm RoleTransPeer()
/* 이동 슈퍼 피어 전이 조건에 의한 전이 과정 수행 */
{
    nnHopCnt = XyCoordinRangeCal(Xcrd, Ycrd, N);
    /* 근접 피어가 존재하는 경우 이동 피어 역할 수행 */
    if ( nnHopCnt > 0 ) {
        for ( i = 0; i < nnHopCnt; i ++ ) {
            근접 피어 콘텐츠 목록 공유 및 이동 슈퍼 피어에 등록;
        }
        if (nnHopCnt==0 || 기존 이동 슈퍼 피어와의 통신 거리가 R+R 이상인 경우) {
            이동 슈퍼 피어로 전이;
            고정 슈퍼 피어 콘텐츠 목록 다운로드;
        }
    }
}

```

그림 14. 이동 피어/이동 슈퍼 피어 등록 알고리즘

5. 이동 슈퍼 피어 클러스터를 이용한 질의 영역 확장

이동 피어가 등록된 이동 슈퍼 피어 내에 탐색하고자 하는 콘텐츠 소유 피어가 존재하지 않을 경우 지속적인 탐색 메시지 전송이 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 이동 피어가 이동 슈퍼 피어로 전이되고 기존 서비스 중인 이동 슈퍼 피어와 통신이 가능한 경우 이동 슈퍼 피어간의 질의 영역 확장이 필요하다. 제안하는 이동 P2P 구조에서는 질의 영역 확장을 위해 이동 슈퍼 피어간의 동적 클러스터를 구성한다.

[그림 15]는 근접 이동 슈퍼 피어 클러스터 구성 과정과 탐색 과정을 나타낸다. 피어 O_{11} 이 이동 슈퍼 피어로 생성되고 O_{12} 가 생성되어 상호간에 통신 가능한 경우 O_{12} 는 O_{11} 의 좌표와 콘텐츠 목록을 자신의 이웃 이동 슈퍼 피어 목록에 저장한다. 이후 O_{13} 가 콘텐츠 목록을 O_{12} 로 등록하면 O_{12} 는 O_{11} 으로 해당 콘텐츠 목록을 전송하고 O_{14} 의 경우 동일한 과정을 수행한다. 이 과정을 통해 O_{11} 과 O_{12} 가 클러스터로 구성되어 질의 영역 확장을

수행한다. (a)의 경우는 O_{11} 과 O_{12} 가 이동 슈퍼 피어 클러스터로 생성되는 예이고 (b)의 경우는 이동 슈퍼 피어 O_{15} 는 일반 이동 슈퍼 피어 생성의 예를 나타낸다. [표 7]은 근접 이동 슈퍼 피어 클러스터와 일반 이동 슈퍼 피어의 생성 결과와 근접 이동 슈퍼 피어 클러스터를 통한 콘텐츠 소유 피어 탐색 결과를 나타낸다.

그림 15. 이동 슈퍼 피어들 사이의 동적 클러스터

표 7. 이동 슈퍼들 사이의 클러스터 탐색 결과

피어ID	좌표	등록	질의	근접피어	소유피어	역할
O_{11}	30.30	cow	dog	null	null	슈퍼(C)
O_{12}	50.50	horse	cat	O_{11}	null	슈퍼(C)
O_{13}	40.60	horse	cow	O_{11}, O_{12}	O_{11}	일반
O_{14}	20.20	cow	horse	O_{11}	O_{12}, O_{13}	일반
O_{15}	60.10	horse	dog	$O_{11}, O_{12}, O_{13}, O_{14}$	null	슈퍼(N)
O_{16}	50.20	deer	cow	O_{15}	O_{11}, O_{12}	일반

[그림 16]은 기존의 이동 슈퍼 피어 사이에 새로 생성되어 통신 반경 내의 이동 슈퍼 피어가 기존의 이동 슈퍼 피어를 연결하는 클러스터 구성을 나타낸다. O_{11} , O_{12} , O_{13} , O_{14} 가 지역적으로 떨어져서 이동 슈퍼 피어 서비스를 수행하고 O_{15} 가 근접 탐색 과정을 통해 이동 슈퍼 피어로 전이되어 O_{11} , O_{12} , O_{13} , O_{14} 와 클러스터를 구성하고 콘텐츠 목록 교환하여 질의 영역 확장 기능을 제공한다. [표 8]은 이 과정에서 이동 슈퍼 피어 클러스터에 대한 탐색 수행 결과를 나타낸다.

그림 16. 이동 슈퍼 피어 통신 환경 내에 새로운 이동 슈퍼 생성

표 8. 끼어든 경우 이동 슈퍼 클러스터 탐색 결과

피어ID	좌표	등록	질의	근접피어	소유 피어	역할
O ₁₁	20.20	cow	dog	null	null	슈퍼
O ₁₂	60.60	monkey	cat	null	null	슈퍼
O ₁₃	60.20	deer	cow	O ₁₁ , O ₁₂	O ₁₁	슈퍼
O ₁₄	20.60	monkey	dog	O ₁₁ , O ₁₂ , O ₁₃	null	일반
O ₁₅	40.40	dog	cat	O ₁₁ , O ₁₂ , O ₁₃ , O ₁₄	null	슈퍼(C)
O ₁₆	50.70	horse	deer	O ₁₂	O ₁₃	일반

6. 이동 슈퍼 피어 서비스 연속성

제안하는 이동 P2P구조에서 이동 슈퍼 피어의 이동성을 고려한 서비스 연속성을 위해 이동 슈퍼 피어의 이탈 또는 비정상 종료 시 이동 슈퍼 피어가 관리하는 서비스 목록을 다른 이동 슈퍼 피어에게 전달하는 위임이 중요하다. 따라서 이동 슈퍼 피어의 서비스 목록을 위임하는 2가지 기법은 다음과 같다. 첫째, 이동 슈퍼 피어가 이동할 경우 자신이 관리하는 피어 목록을 참조하여 위임 피어를 선정하고 자신의 이탈을 알리는 명시적 위임을 통해 불필요한 선출 과정을 생략하여 이동 피어 간의 불필요한 메시지 전송을 최소화한다. 둘째, 이동 슈퍼 피어의 갑작스런 단절 시 이동 피어가 이동 슈퍼 피어의 단절을 인식하는 경우 또는 이동 슈퍼 피어가 최적의 위임피어를 선정하지 못한 경우 자신의 이탈을 방송하여 서비스 연속성을 보장할 수 있다.

[그림 17]은 첫 번째 위임 기법을 나타낸다. O₁₁이 현

재의 위치에서 다른 위치로 이동할 경우 자신이 관리하는 피어 목록 O₂, O₃, O₄ 중 가장 근접하고 이동방향과 속도가 O₁₁와 가장 유사한 O₄에게 위임하여 서비스 연속성을 보장한다. 또한, O₁₁이 O₄에게 콘텐츠 목록을 위임하던 중 O₁₁이 갑작스런 단절 시 제안된 메시지 형식 [그림 5]의 콘텐츠 목록 개수(Cnt)를 참조하여 전송되지 않은 콘텐츠 목록을 고정 슈퍼 피어로부터 완벽하게 위임 받을 수 있다.

그림 17. 이탈 할 경우 위임피어 선정

[그림 18]은 두 번째 위임 기법을 나타낸다. 이동 슈퍼 피어 O₁₁ 기존의 영역 0에 대해 이동 슈퍼 피어로 서비스 수행 중 갑작스런 단절 또는 위임 피어가 없는 경우 O₂, O₃, O₄가 이동 슈퍼 피어로 전이되어 서비스 영역 1, 2, 3으로 분할되어 서비스 연속성을 보장한다.

그림 18. 단절 시 서비스 영역 분할

IV. 실험 평가

1. 실험 환경

제안하는 이동 P2P 구조와 탐색 기법의 우수성을 입증하기 위해 성능 평가를 수행한다. 제안하는 구조의 우수성을 평가하기 위해 LL-NET 구조[1]와 피어 재현율, 콘텐츠 탐색시간, 콘텐츠 탐색 메시지 전송 횟수를 비교 평가한다.

실험 평가는 N4000/HP-UX 11.11(CPU: 6개, MEMORY: 16GB)이고 자바버전 1.4.2.04에서 수행하였다. 구현 환경은 [그림 19]와 같이 2차원 평면에 임의의 x, y좌표에 피어가 존재하고 x, y좌표는 포트 번호를 사용하여 TCP/IP통신을 수행한다. 성능 평가는 [그림 19]와 같이 제한된 영역 x축 (20.30 ~ 20.50), y축 (20.30~50.10) 에서 피어 개수는 3개에서 6개로 [표 9]의 질의 시나리오에 의한 전체 콘텐츠 탐색 수행 시간의 합계를 측정하였다. [표 9]는 이동 피어가 임의 좌표에서 콘텐츠 탐색을 위한 피어 개수 별 질의 시나리오를 나타낸다.

그림 19. 위치 좌표 기반의 그리드 환경

표 9. 질의 시나리오

피어 개수	ID	질의	역할
3	O ₁	30.30에서 "dog" 등록 "cat" 소유 피어 검색	슈퍼
	O ₂	40.40에서 "monkey" 등록 "dog" 소유 피어 검색	일반
	O ₃	50.50에서 "cow" 등록 "dog" 소유 피어 검색	슈퍼
4	O ₄	20.30에서 "bear" 등록 "cat" 소유 피어 검색	일반
5	O ₅	50.20에서 "deer" 등록 "cow" 소유 피어 검색	슈퍼
6	O ₆	20.50에서 "elephant" 등록 "frog" 소유 피어	슈퍼

2. 근접 피어 탐색 시간

기존 순수 P2P 구조에서의 브로드캐스트 스톰의 비효율성을 보이고 제안 구조에서의 첫 번째 탐색 전략인 통신 가능한 피어를 직접 탐색하는 근접 피어 탐색 과정을 통해 콘텐츠 소유 피어 탐색 시간의 최소/최대 시간을 평가한다.

근접 피어 탐색 시간은 통신 가능 영역 내의 피어를 인식하는 피어 라우팅 시간과 콘텐츠 목록 공유 시간의 합을 의미한다. 실험 환경에서 [그림 19]의 O₂와 같이 1개의 피어가 8개의 좌표를 라우팅하여 1개의 콘텐츠 목록을 소유한 4개의 피어와 콘텐츠 목록을 공유하는 시간을 실험평가 하였다. [표 11]은 근접 피어 개수 별 탐색 시간의 실험 결과를 나타낸다.

표 11. 통신 가능 영역 내의 근접 피어 탐색 시간

평가 항목	평균시간(m/s)
피어 라우팅 시간	8
콘텐츠 목록 공유시간	54.5

근접 피어 탐색 과정을 통해 콘텐츠 소유 피어를 직접 탐색하는 경우 피어 라우팅 시간과 콘텐츠 목록 공유 시간을 포함하여 최소 62.5m/s, 최대 290m/s내에 콘텐츠 소유 피어를 탐색할 수 있다. [그림 20]에서 근접 피어 개수에 비례하여 콘텐츠 목록 공유 시간이 증가됨을 알 수 있다. 따라서 기존 연구의 순수 P2P 구조에서의 피어의 개수에 비례하여 탐색 성능이 저하됨을 알 수 있다.

그림 20. 근접 피어 탐색 시간

3. 피어 재현율

제안 구조에서의 두 번째 탐색 전략인 이동 슈퍼 피어를 통한 계층적 콘텐츠 목록 관리에 의해 최소의 피어와 통신하기 위한 피어 재현율을 평가한다. 피어 재현율은 콘텐츠를 탐색하기 위해 접속해야 하는 피어 개수를 의미한다. [그림 21]은 근접 피어 탐색 과정을 수행 하지 않고 콘텐츠 정보를 이동 슈퍼 피어 계층에서 관리하지 않는 기존 구조와 비교할 때 제안 구조가 50% 감소한다.

그림 21. 피어 재현율

4. 콘텐츠 탐색 시간

제안 구조에서의 계층적 탐색 전략의 효율성을 검증하기 위해 콘텐츠 탐색 시간을 평가한다. 콘텐츠 탐색 시간은 콘텐츠 소유 피어의 반환 시간을 의미한다. [그림 22]는 콘텐츠 탐색 시간을 평가한 결과이다. [표 9]의 질의 시나리오에서 피어가 3개인 경우 근접 피어 탐색에 의해 탐색된 콘텐츠 소유 피어가 없는 경우 2계층 구조의 탐색 속도가 약 2.8% 우수하다. 이러한 이유는 제안 구조의 근접 피어 탐색, 피어역할 판단 단계와 같은 이동 P2P 구조를 지원하기 위한 연산 과정에 의해 탐색 시간이 증가한다.

그림 22. 콘텐츠 탐색 시간

실험에서 피어의 개수가 4 이상인 경우 제안 구조가 32% 향상되었다. 기존 구조의 경우 슈퍼 피어로부터 반환된 모든 피어에 대해 1:N의 비효율적 탐색에 의해 지속적으로 콘텐츠 탐색 시간이 증가한다. 그러나 제안 구조에서는 이동 슈퍼 피어, 고정 슈퍼 피어에 콘텐츠 목록을 계층적으로 관리하여 [그림 21]과 같이 1:1 탐색을 수행하여 피어 재현율을 최소화 한다.

5. 탐색 메시지 전송 횟수

탐색 메시지 전송 횟수는 이동 피어가 콘텐츠를 탐색하기 위해 전송하는 메시지 횟수를 의미한다. 제안 구조는 이동 피어, 이동 슈퍼 피어, 고정 슈퍼 피어로 구성 되어 이동 피어가 근접 피어 탐색 과정을 통해 콘텐츠 소유 피어를 찾은 경우 슈퍼 피어로 메시지를 전송하지 않고 찾지 못한 경우 이동 슈퍼 피어로 메시지를 전송한다. 따라서 탐색 메시지 전송 횟수가 40% 감소된다. [그림 23]은 탐색 메시지 전송량을 평가한 결과이다.

그림 23. 탐색 메시지 전송 횟수

6. 고정 슈퍼 피어 탐색 메시지 전송 횟수

고정 슈퍼 피어는 이동 P2P 구조의 일관성을 유지하는 계층이므로 고정 슈퍼 피어로 전송되는 불필요한 탐색 메시지를 최소화 해야 한다. 고정 슈퍼 피어 메시지 전송 횟수는 이동 피어가 콘텐츠를 탐색하기 위해 고정 슈퍼 피어로 메시지를 전송하는 횟수를 의미한다. [그림 24]는 고정 슈퍼 피어에 메시지는 전송량을 평가한 결과이다. 이동 피어, 이동 슈퍼 피어, 고정 슈퍼 피어 구조에 이동 슈퍼 피어 가 고정 슈퍼 피어의 콘텐츠 목록을 다운로드하여 서비스함으로서 콘텐츠 소유 피어 탐색 시 고정 슈퍼 피어로 전송되는 메시지를 감소시켜 고정 슈퍼 피어 탐색 부하가 25% 감소한다.

그림 24. 고정 슈퍼 피어 탐색 메시지 전송 횟수

7. 구조 유지 메시지 수

제안 구조는 이동 슈퍼 피어, 고정 슈퍼 피어가 콘텐츠 목록을 계층적으로 관리하고 명시적 등록/탈퇴 과정에 의해 기존 연구보다 구조 유지 메시지 수가 50% 이상 상승한다. 그러나 제안 구조에서는 이동 슈퍼 피어의 콘텐츠 목록을 통해 콘텐츠 소유 피어를 정확하게 탐색할 수 있고 동적 이동 슈퍼 피어 생성에 의해 고정 슈퍼 피어 부하를 최소화, 일관된 콘텐츠 목록 제공에 의한 불필요한 메시지 생성을 최소화하는 구조이므로 구조 유지 메시지 비용과 콘텐츠 탐색 성능의 상충관계(trade-off)가 있다. [그림 25]는 제안하는 구조를 유지하기 위한 메시지 수를 평가한 결과이다.

그림 25. 구조 유지 메시지 수

V. 결론

본 논문에서는 효율적인 콘텐츠 탐색을 위한 이동 P2P 구조를 제안하였다. 제안 구조에서는 근접 피어 탐색을 통해 직접적인 통신을 수행하고 동적으로 생성되는 이동 슈퍼 피어와 고정 슈퍼 피어 간에 콘텐츠 목록을 계층적으로 관리하여 이동 피어에 대한 탐색 효율을 향상시켰다. 실험 평가를 통해 콘텐츠 탐색 시간, 메시지 전송 횟수, 고정 슈퍼 피어 메시지 전송 횟수가 기존 구조보다 우수함을 입증하였다. 향후 연구 방향으로 계층적 콘텐츠 목록을 보다 효율적으로 관리할 수 있는 기법과 구조 유지 메시지 비용을 효율적으로 개선하기 위한 연구를 수행할 예정이다.

참고 문헌

- [1] Y. C. Tseng, S. Y. Ni, Y. S. Chen, and J. P. Sheu, "The broadcast storm problem in a mobile ad hoc network," *Wireless Networks*, Vol.8, pp.153-167, 2002.
- [2] T. kawakami, S. Takeuchi, Y. Teranishi, K. Harumoto, and S. Shimojo, "A P2P-based Mechanism for Managing Location-dependent Contents in Ubiquitous Environments," *SAINT Workshops*, pp.54-54, 2007.
- [3] D. T. Ahmed and S. Shirmohammadi,

- "Multi-level Hashing for Peer-to-Peer System in Wireless Ad Hoc Environment," PerCom Workshops, pp.126-131, 2007.
- [4] H. K. Chiang, H. W. Chen, and F. L. Kuo, "Locality support for mobile P2P network," Proc. IWCMC, pp.517-522, 2007.
- [5] C. M. Huang, T. H. Hsu, and M. F. Hsu, "Network-Aware P2P File Sharing over the Wireless Mobile Network," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.25, Issue 1, pp.204-210, 2007.
- [6] C. Ohta, Z. Ge, Y. Guo, and J. Kurose, "Index-Server Optimization for P2P File Sharing in Mobile Ad Hoc Networks," Proc. Globecom, pp.960-966, 2004.
- [7] O. Wolfson, B. Xu, H. B. Yin, and H. Cao, "Search-and-Discover in Mobile P2P Network Databases," Proc. ICDCS, pp.4-7, 2006.
- [8] D. T. Ahmed and S. Shirmohammadi, "Design Issues of Peer-to-Peer Systems for Wireless Ad Hoc Network," Proc. ICN, pp.22-28, 2007.
- [9] C. F. Li and R. H. Hwang, "A location-aware P2P information sharing system in Bluetooth-based mobile ad hoc network," Proc. Wirelesscom, pp.1011-1016, 2005.
- [10] M. Scholl, M. Thilliez, and A. Voisard, "Location-Based Mobile Querying in Peer-to-Peer Networks," OTM workshops, pp.166-175, 2005.
- [11] R. Meier, V. Cahill, A. Nedos, and S. Clarke, "Proximity-Based Service Discovery in Mobile Ad Hoc Networks," Proc. DAIS, pp.115-129, 2005.

저 자 소 개

곽 동 원(Dong-Won Kwak)

정회원

- 1998년 2월 : 충주대학교 전자공학과(공학사)
- 2000년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 정보검색, 이동 에이전트 시스템, 이동 객체 데이터베이스

복 경 수(Kyoung-Soo Bok)

정회원

- 1998년 2월 : 충북대학교 수학과(이학사)
- 2000년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)

- 2005년 3월 ~ 2008년 2월 : 한국과학기술원 정보전자연구소 연수연구원
 - 2008년 3월 ~ 현재 : 가인정보기술 프론티어 그룹 차장
- <관심분야> : 데이터베이스 시스템, 위치기반서비스, 내용기반 멀티미디어 검색, 센서네트워크 및 RFID

강 태 호(Tae-Ho Kang)

정회원

- 1999년 2월 : 호원대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2002년 8월 : 충북대학교 정보산업공학과(공학석사)
- 2007년 8월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)

- 2007년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 Post-doc.

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 데이터 마이닝, 생물정보학, 시스템 바이오

여 명 호 (Myung-Ho Yeo)

정회원

- 2004년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2006년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정 재학중.

<관심분야> : 메모리 기반 데이터베이스 시스템, 센서 네트워크, 생물정보학

유 재 수 (Jae-Soo Yoo)

종신회원

- 1989년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1991년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
- 1995년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)

- 1995년 3월 ~ 1996년 8월 : 목포대학교 전산통계학과 전임강사
- 1996년 8월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 정보검색, 멀티미디어 데이터베이스 분산 객체 컴퓨팅, 센서 네트워크

조 기 형 (Ki-Hyung Cho)

정회원

- 1966년 2월 : 인하대학교 전기공학과(공학사)
- 1984년 2월 : 청주대학교 산업공학과(공학석사)
- 1992년 2월 : 경희대학교 전자공학과(공학박사)

- 1988년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 소프트웨어 시스템 설계 및 구현, 컴퓨터 네트워크 설계