

모바일 P2P 네트워크에서 효율적인 스카이라인 질의 처리 기법

Efficient Skyline Query Processing Scheme in Mobile P2P Networks

복경수*, 박선용*, 김대윤*, 임종태*, 신재룡**, 유재수*
충북대학교 정보통신공학과*, 광주보건대학교 보건행정과**

Kyoung-Soo Bok(ksbok@chungbuk.ac.kr)*, Sun-Yong Park(sypark1992@chungbuk.ac.kr)*,
Dae-Yeon Kim(kdy0573@chungbuk.ac.kr)*, Jong-Tae Lim(jtlim@chungbuk.ac.kr)*,
Jae-Ryong Shin(sjr@ghc.ac.kr)**, Jae-Soo Yoo(yjs@chungbuk.ac.kr)*

요약

본 논문에서는 모바일 P2P 환경에서 질의 처리 정확성 및 통신 비용을 향상시키기 위한 새로운 스카이라인 질의 처리 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 사전 스카이라인 구축, 질의 배포 범위 확장 정책과 연속 스카이라인 질의 처리 과정으로 구성된다. 사전 스카이라인에서는 질의 처리 이전에 필터링 객체로 선정될 가능성을 가지고 있는 후보 객체 집합을 선정하여 질의 처리에서의 필터링 비용을 감소시킨다. 질의 배포 범위 확장 정책에서 질의 배포 범위를 확장함으로써 정확성을 향상시킨다. 또한, 최초 스카이라인 질의 처리 후 모니터링을 수행하여 연속 스카이라인 질의를 처리한다. 제안하는 기법의 우수성을 입증하기 위해 기존 기법과 성능 평가를 수행한 결과 제안하는 기법이 기존 기법보다 우수한 성능을 보였다.

■ 중심어 : | 모바일 P2P 네트워크 | 스카이라인 질의 처리 | 연속 질의처리 | 위치기반 서비스 |

Abstract

In this paper, we propose a new skyline query processing scheme to enhance accuracy of query processing and communication cost in mobile P2P environments. The proposed scheme consists of three stages such as the pre-skyline processing, the query transmission range extension policy, and the continuous skyline query processing. In the pre-skyline processing, a peer selects the candidate filtering objects who have the potential to be selected. By doing so, the proposed scheme reduces the filtering cost when processing the query. In the query transmission range extension policy, we have improved the accuracy by extending the query transmission range. In addition, it can handle continuous skyline query by performing the monitoring after the first skyline query processing. In order to show the superiority of the proposed method, we compare it with the existing schemes through performance evaluation. As a result, it was shown that the proposed scheme outperforms the existing schemes.

■ keyword : | Mobile P2P Network | Skyline Query Processing | Continuous Query | Location-based Services |

* 이 논문은 2012년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2012R1A1A2041898), 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No.2015R1D1A3A01015962), 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학CT연구센터육성 지원사업(IITP-2015-H8501-15-1013), 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발 사업의 일환으로 수행하였음.[B0101-15-0266, (딥뷰-1세부) 실시간 대규모 영상 데이터 이해·예측을 위한 고성능 비주얼 디스커버리 플랫폼 개발]

접수일자 : 2015년 06월 01일

심사완료일 : 2015년 06월 15일

수정일자 : 2015년 06월 15일

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

I. 서론

최근 모바일 통신 기술의 발전과 함께 스마트폰, 태블릿 PC, 노트북 등과 같은 무선 기기의 활성화에 따라 기존 P2P 네트워크에 이동성이 결합된 모바일 P2P(MP2P : Mobile Peer-to-Peer) 네트워크에 대한 연구가 활발하게 연구되고 있다[1][2]. 안정적인 대역폭과 저장소 확장이 용이한 기존 P2P 네트워크와 달리 모바일 P2P 네트워크 환경은 대역폭, 저장소, 컴퓨팅 능력, 배터리 등에서 제한적인 특성이 있다[3][4]. 또한, 피어의 이동성으로 인해 네트워크 토폴로지가 계속적으로 변화됨에 따라 데이터 송수신이 경로가 빈번히 변경된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 MP2P 네트워크에서 라우팅, 데이터 배포 및 공유, 질의 처리 등에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다[5][6].

P2P 환경에서 각 피어들은 원하는 정보를 획득하기 위해 이웃한 피어들에 검색 요청을 수행하고 이웃한 피어들은 검색 결과를 전송하기 위한 질의 처리 기법이 필요하다. 모바일 P2P 환경에서는 이동하는 피어들의 위치를 고려하여 범위 검색, k-최근접 검색, 리버스 k-최근접 검색 등을 처리하기 위한 질의 처리 기법들이 연구되었다[7-9][15]. 최근 두 가지 이상의 속성을 고려하여 검색을 수행하기 위한 Top-k 질의 처리, 스카이라인 질의 처리 기법에 대한 연구들이 진행되고 있다[10-12].

스카이라인 질의 처리는 다중 속성 값을 갖는 객체에 대해 다른 객체의 속성에 의해 지배되지 않는 객체를 검색하는 것이다. 이때, '지배되지 않는 객체'란 특정 객체의 속성 중 하나라도 다른 객체의 속성 보다 우월한 값을 갖는 경우를 의미한다. 예를 들어, 가격이 저렴하고 거리가 가까운 음식을 검색한다고 할 때, 객체 A의 거리가 30km, 가격이 1000원이라고 하고 객체 B의 거리가 20km, 가격이 2000원이라고 하면 객체 A는 거리는 객체 B보다 멀지만 가격이 저렴하기 때문에 객체 B에 의해 지배되지 않는다. 따라서, 검색 결과를 객체 B와 객체 A가 모두 결과를 반환된다. 그러나 객체의 모든 속성이 다른 객체에 의해 지배될 경우 검색 결과를 반환되지 않는다.

일반적인 모바일 P2P환경에서의 스카이라인 질의 처리는 질의를 요청한 피어에게 특정 범위 내의 모든 피어의 객체 정보를 송신하기 때문에 불필요한 질의처리 비용이 발생한다[3][4]. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 최근 스카이라인 질의처리 비용의 절감 및 성능 향상을 위한 다양한 필터링 기법들이 연구되고 있다[13][14]. [13]에서는 균일한 객체의 분포 환경에서 많은 수의 객체를 필터링하기 위해 스카이라인 상에서 가장 많은 범위를 지배하는 객체를 필터링 객체로 선정할 수 있는 Volume of Dominating Region(VDR)을 정의한다. [14]에서는 비 균일한 객체의 분포 환경에서 각 속성별로 가장 많은 점수에 분포되어 있는 지점을 찾아 좌표를 생성하고, 좌표와 가장 가까운 객체를 필터링 객체로 선정하여 필터링을 수행하는 DPL 기법을 정의한다. 하지만 기존 기법들은 피어가 질의를 처리하는 과정에서 필터링을 수행하기 때문에, 질의 처리 비용에 필터링 비용이 추가되어 질의 처리 성능을 저하시키는 문제점이 발생한다.

본 논문에서는 모바일 P2P 환경에서 효율적인 스카이라인 질의 처리 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 통신비용 및 질의처리 속도 향상을 위해 기존 스카이라인 질의처리 기법을 활용한 사전 스카이라인 구축을 통해 후보 필터링 객체 집합을 생성하여 질의를 수신했을 때 보다 빠른 필터링을 수행할 수 있는 사전 스카이라인 구축한다. 질의 배포 범위를 확장시켜 질의처리 수행 시 더 많은 객체를 대상으로 질의 처리를 수행함으로써 질의 처리 정확성을 향상시킨다. 또한, 최초 질의 처리 수행 이후 질의에 참여했던 피어를 대상으로 새로운 객체를 수신했을 때, 최초 스카이라인 질의처리 결과에 의해 지배되지 않는 객체를 또 다른 결과로 반환할 수 있도록 연속 스카이라인 질의처리 기법을 수행한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 기존에 연구되었던 MANET(Mobile Ad-Hoc Network)환경에서의 스카이라인 질의처리의 질의처리 향상을 위한 필터링 기법을 설명하고, 문제점을 기술한다. 제 III장에서는 본 논문에서 제안하는 모바일 P2P 환경에서 에너지 효율적인 정확성 스카이라인 질의 처리 기법을 소개한

다. 제 IV장에서는 제안하는 기법의 우수성을 입증하기 위해, 기존 기법과의 성능평가를 수행한다. 제 V장에서는 결론과 향후연구 방향을 기술한다.

II. 관련 연구

기존에는 질의 처리를 위해 중앙 집중형 서버-클라이언트에서 질의 처리를 수행하였다. 하지만, 모바일 애드혹 네트워크(Mobile Ad-hoc Network)의 등장에 따라 각 모바일 장치가 가진 데이터를 사용하여 질의 처리를 수행하는 연구들이 등장하였다. 하지만 일반적인 모바일 애드-혹 네트워크 내에서의 스카이라인 질의 처리를 수행하기 위해 각 모바일 장치가 가진 모든 객체를 질의 처리에 참여함에 따라 불필요한 통신비용이 발생하였다. VDR은 불필요한 객체를 필터링하여 질의 처리 성능을 향상시켰다[13]. VDR을 이용한 필터링 처리 기법은 다음과 같다. VDR의 경우, 논리적인 스카이라인 공간상에서 각 속성의 최대치를 Max corner of data space로 지정한다. VDR 기법은 피어가 보유한 객체들을 대상으로 max corner of data space로부터 가장 먼 객체를 필터링 객체로 선정하는 필터링 처리기법으로써, 지배 영역이 가장 큰 객체를 찾아 필터링을 수행함으로써, 질의 처리에서의 메시지 발생량을 감소시키고, 질의 처리 성능을 향상시킨다.

DPL은 비 균일한 객체 분포 상황에서 많은 필터링을 수행할 수 있도록 설계된 필터링 기법이다[14]. 비 균일한 객체 분포의 의미는 각 속성에 따라 객체가 골고루 분포되어 있는 것이 아니라 각 속성의 특정 값에 객체가 몰려있는 경우와 같이 비 균일한 상태를 말한다. DPL 기법에서는 스카이라인 상에서, 각 속성의 값 중 가장 많이 분포 되어있는 지점을 찾아, 그 지점과의 거리가 가장 가까운 객체를 필터링 객체로 선정하여 필터링을 수행하는 기법으로, 비 균일한 환경에서, 메시지 발생량을 감소시키며, 질의 처리 성능을 향상시키는 기법이다.

제안된 기존 연구에서의 필터링 기법은 질의 발생 시 자신이 보유한 객체를 대상으로 필터링을 수행하기 위

한 필터링 객체를 생성한다. 따라서 필터링을 수행하기 위한 비용에 따라 전체적인 성능에 영향을 받는다. 기존 질의 처리 기법에서는 질의 처리를 위한 질의 배포 부분에서 통신 가능한 모든 피어와의 통신을 통해 전체 네트워크에 질의를 배포하여 질의 처리를 수행하였다. 하지만 전체 네트워크를 대상으로 질의 처리를 수행하는 경우, 불필요한 통신비용 발생으로 인해, 많은 질의 처리 비용을 야기한다. 하지만 사용자가 직접 질의 배포 영역을 지정하는 경우, 질의 배포 영역에 존재하는 객체보다 나은 객체가 질의 배포 영역 바깥쪽에 존재함에도 불구하고 영역 바깥쪽에 존재하기 때문에 해당 객체가 질의 처리에 포함되지 않아 정확성을 저하시키는 문제가 발생할 수 있다. 마지막으로, 사용자의 요청에 따라 같은 질의를 계속적으로 처리해야하는 경우, 제안된 기존 질의 처리 기법에서는 같은 범위 내에서 질의 처리를 수행하더라도 또다시 같은 질의 처리 작업을 수행하여 질의 처리 비용이 배로 증가하는 문제점을 발생시킨다.

III. 제안하는 스카이라인 질의 처리 기법

1. 시스템 개요

본 논문에서는 정확성 향상 및 스카이라인 질의 처리 시 발생하는 통신비용을 절감하기 위해 효율적인 스카이라인 질의 처리 기법을 제안한다. 모바일 P2P 네트워크는 단거리 무선 기술을 이용하여 멀티홉 통신을 수행하기 때문에 질의 처리 과정에서 많은 통신 비용이 요구된다. 특히, 연속 질의 처리 과정에서 변경된 질의 결과를 수신하기 위해 많은 통신 비용이 소모된다. 제안하는 기법에서는 질의 수신 이전에 데이터 배포 및 사전스카이라인 구축 기법을 통해 질의 처리 시 발생하는 통신 비용 및 필터링 비용을 감소시킨다. 또한, 질의 배포 범위 확장정책에서는 각 피어의 질의 처리 결과 중 특정 객체를 이용하여 질의 배포 범위를 확장함으로써 보다 많은 객체를 질의 처리 내에서 활용하여 질의 처리의 정확성을 향상시킨다. 또한, 연속적인 스카이라인 질의 처리 기법을 통해 최초 질의 처리 이후 새로운 객

체만을 모니터링하여 통신 비용을 절감시킨다.

[그림 1]은 제안하는 질의 처리 환경을 나타낸 것이다. 피어는 이동성을 보유하고 있는 이동 통신 단말 기기이며, 이동함에 따라 새로운 객체를 수신한다. 또한, 피어는 자신의 통신반경 내에 존재하는 인근 피어에 대한 정보를 파악하고 있으며, 인근 피어와의 통신을 통해 자신이 가지고 있는 데이터를 배포한다. 각 피어는 자신이 보유한 객체를 대상으로 피어가 보유한 객체를 대상으로 객체의 정적인 속성만을 고려하여 사전 스카이라인을 구축한다. 이를 통해 후보 필터링 객체 집합을 미리 생성함으로써 질의 처리 시 필터링 객체 생성 비용을 감소시킬 수 있다. 제안하는 질의 처리 유형은 피어들 사이의 통신 제약으로 인해 질의 범위 내에 있는 정보를 수신하지 못해 질의 처리의 정확성이 저하되는 문제점이 발생한다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 각 피어가 로컬 스카이라인 질의 처리를 수행하고 얻어진 결과를 대상으로 질의 배포 범위로 재선정하여 질의 배포 범위를 확장한다. 또한, 최초의 스카이라인 질의 처리 이후 질의 피어는 질의 배포 범위만큼 모니터링 영역을 생성한다. 기존 질의에 참여했던 피어는 새로운 객체를 수신했을 때, 새로운 객체에 대해 연속 스카이라인 질의 처리를 통해 새로운 결과를 제공함으로써 기존 연속적인 질의 처리를 수행하기 위해 매번 스카이라인 질의 처리를 수행하지 않는다. 즉, 새로운 객체만을 처리함으로써 불필요하게 발생하는 질의 처리 비용을 절감한다.

제안하는 기법에서의 피어는 질의 처리를 수행하기 위해, [그림 1]과 같이 각 피어들은 객체 정보, 질의, 기존 처리 결과 등을 관리한다. 각 피어는 QT 테이블에는 자신이 수신한 질의 정보를 저장하고 QRT 테이블에는 기존 질의 처리 결과를 저장한다. 인근에 존재하는 피어와의 지속적인 통신을 통해, 인근 피어에 대한 정보를 NPT에 저장하며, 객체로부터 수신된 객체 정보를 OT에 저장한다. 피어는 자신이 보유한 객체 정보를 토대로 사전스카이라인 구축을 수행하여 얻어진 결과를 후보 필터링 객체 집합으로써 CFOT에 저장한다. FOT에서는 실제 사용되어지는 필터링 객체 집합을 저장, 관리한다.

[그림 2]는 전체적인 질의 처리 절차는 나타낸다. 제안하는 질의 처리 기법의 전체적인 질의 처리 절차는 다음과 같다. 각 피어는 질의 처리 이전에 새로운 객체를 수신할 경우 데이터 배포를 수행하고 사전 스카이라인 구축한다. 질의 피어는 필터링 및 로컬 스카이라인 질의 처리를 수행하며 로컬 스카이라인 질의 처리 결과는 기존 필터링 객체와 병합하여 새로운 필터링 객체 집합을 생성한다. 여기서 로컬 스카이라인 질의 처리는 자신이 가진 객체 정보만을 대상으로 스카이라인 질의 처리를 수행하는 것을 의미한다. 질의 배포 범위 확장에서는 로컬 스카이라인 질의 처리 결과 중 특정 객체의 거리속성으로 질의 배포 범위를 확장한다. 질의 피어는 자신의 통신반경 내에 존재하는 피어에게 질의를 배포한다. 질의를 전달받은 일반 피어는 마찬가지로 필터링을 수행한 뒤, 로컬 스카이라인 질의 처리를 수행한다. 로컬 스카이라인 질의 처리 결과는 기존 필터링 객체들과 병합하여 새로운 필터링 객체 집합을 생성한다. 질의 처리 결과를 이용하여 앞서와 마찬가지로 질의 배포 범위를 확장한다. 피어는 질의를 인근 피어에게 배포하며, 자식 피어(자신으로부터 질의를 배포받은 피어)로부터 결과를 반환받기까지 대기한다. 결과를 반환받은 피어는 결과를 병합하여 부모 피어에게 전송한다. 질의 피어는 모든 결과를 병합하고 글로벌 스카이라인 질의 처리 수행을 통해 최초의 스카이라인 질의 처리 결과를 사용자에게 반환한다. 여기서 글로벌 스카이라인 질의 처리란 네트워크 내에서 질의에 참여했던

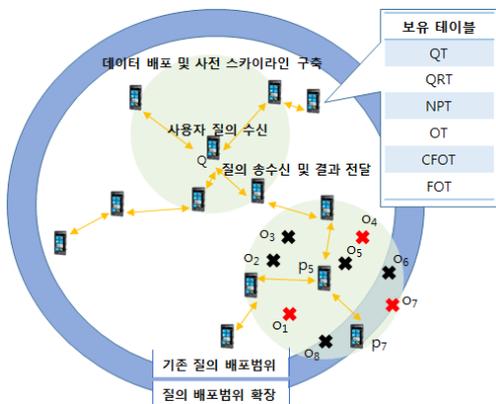


그림 1. 제안하는 기법의 전체적인 개요

모든 피어의 객체를 대상으로 스카이라인 질의 처리를 수행하는 것을 의미한다. 연속적인 질의 처리를 수행하기 위해 질의 피어는 모니터링을 실시하며 기존 질의 처리에 참여했던 일반 피어는 이동에 따라 새로운 객체를 수신하면 사전 스카이라인 재구축하고 자신의 기존 로컬 스카이라인 질의 처리에 의해 새로운 객체가 지배되는지의 여부를 판단한다. 지배되지 않을 경우, 새로운 객체는 질의 피어에게 전달된다. 새로운 결과를 받은 질의 피어는 자신의 글로벌 스카이라인 질의 처리 결과에 의해 새로운 객체가 지배되는지의 여부를 판단한다. 지배되지 않을 경우, 사용자에게 새로운 결과로써 새로운 객체를 반환한다.

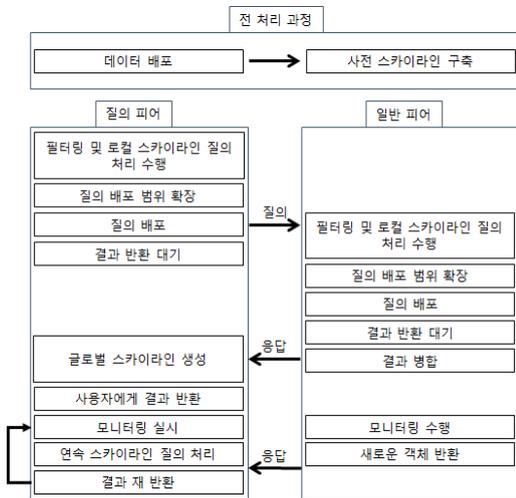


그림 2. 전체적인 질의 처리 절차

2. 데이터 배포 및 사전 스카이라인 구축

제안하는 기법에서는 질의 처리를 수행하기 이전에 피어와 인접해 있는 또 다른 피어에게 자신이 보유한 객체 정보를 배포하며, 사전 스카이라인 구축을 통해 후보 필터링 객체 집합을 생성한다. 기존 기법에서는 질의 처리 과정에서 필터링 객체를 선정하여 질의 처리 비용에 필터링 비용이 추가되는 문제점이 있다. 데이터 배포 및 사전 스카이라인 구축을 통해, 질의 처리 과정에서 발생하는 필터링 비용을 감소시킨다.

2.1 데이터 배포

제안하는 기법에서는 데이터 배포를 통해, 피어가 단절되는 문제가 발생하더라도 단절된 피어의 객체 정보를 다른 피어가 간접적으로 보유하고 있으므로 질의 처리 시 피어가 단절되더라도, 인근에 데이터를 배포받은 피어로부터 단절된 피어의 객체 정보를 질의 처리에 반영할 수 있기 때문에, 정확성을 유지한다.

[그림 3]은 인접해 있는 피어 P1과 피어 P2가 서로 자신이 가진 객체 정보를 배포하는 것을 나타낸다. 제안하는 기법에서는 모든 피어들이 특정 피어와 최초로 통신했을 때, 자신이 보유한 모든 객체 정보를 배포한다. 특정 피어로의 최초 데이터 배포 이후부터는 새로운 객체 정보를 수신 받았을 경우에만 특정 피어에게 새로운 객체 정보를 배포한다. 피어 P1이 피어 P2와 최초로 통신하면, 두 피어는 자신이 가진 객체 정보를 송신한다. 각 피어는 다른 피어에게 객체 정보를 송신할 때, 피어가 가지고 이미 가지고 있는 객체 정보를 송신하여 중복 데이터를 저장하는 문제점이 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 객체 정보를 수신하는 피어는 자신이 가진 객체 정보와 데이터 배포를 통해 얻어진 객체 정보를 비교하여 중복되는 객체 정보를 제외한 객체 정보만을 저장한다. 데이터 배포가 완료되면 데이터 배포를 수행한 피어는 새로운 객체 정보를 수신한 상황이기 때문에 새로운 객체 정보에 대해서 인접해 있는 모든 피어에게 데이터 배포를 재 수행하여, 새로운 객체를 배포한다.

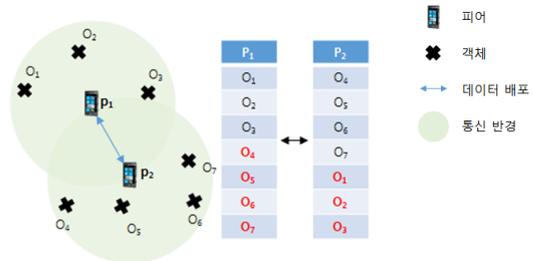


그림 3. 피어 P1과 P2의 데이터 배포

2.2 사전 스카이라인 구축

제안하는 기법에서는 사전 스카이라인 구축을 통해

질의 처리 내에서 발생하는 필터링 비용을 절감한다. 각 피어는 데이터 배포를 완료하면 피어는 자신이 가진 객체 정보를 대상으로 사전 스카이라인 구축을 통해 후보 필터링 객체 집합을 생성한다.

[그림 4]는 피어가 사전 스카이라인 구축을 통해 후보 객체 집합을 생성하는 것을 나타낸다. [그림 4]와 같이 P1은 자신이 가진 객체 정보 중 거리 속성을 제외한 나머지 정적인 속성을 대상으로 스카이라인을 통해 후보 객체 집합을 생성한다. 거리 속성을 제외하는 이유는 각 객체의 거리 속성은 질의를 송신하는 사용자의 단말기에 해당하는 질의 피어와의 거리를 통해 맵핑되는 속성이지만, 사전 스카이라인 구축은 질의를 수신하기 이전에 처리하기 때문에 거리 속성을 확정할 수 없다. 거리 속성을 제외한 나머지 속성은 변하지 않는 정적 속성에 해당한다. 사전 스카이라인 구축은 다음과 같이 정적인 두 가지 속성을 고려하여 스카이라인 처리를 수행한다. [그림 5]는 사전 스카이라인을 통해 후보 필터링 객체 집합을 생성하는 모습을 나타낸다. 사전 스카이라인 구축은 일반적인 스카이라인 처리와 동일한 방식으로 다른 객체에 의해 지배되지 않는 객체만을 결과로 선별하는 처리 방법이다. [그림 5]와 같이 지배당하지 않는 객체에 해당하는 O1, O3, O4가 사전 스카이라인 구축에 의한 후보 필터링 객체 집합이 생성된다.

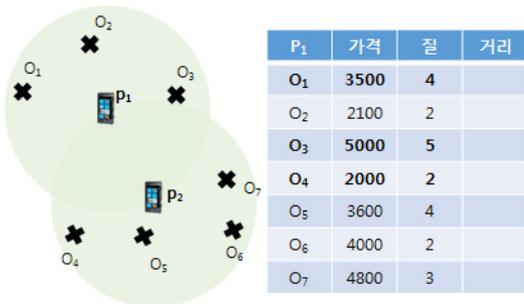


그림 4. 사전 스카이라인 구축을 통한 후보 필터링 객체 집합 생성

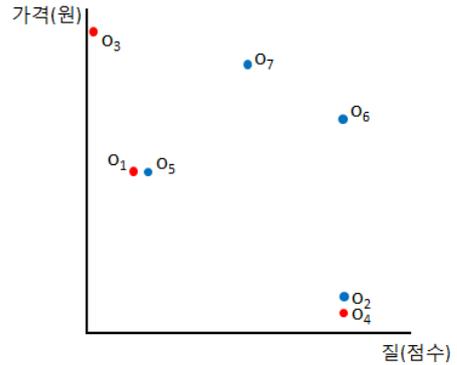


그림 5. 사전 스카이라인

제안된 기존 필터링 기법의 경우, 필터링 수행을 위해 질의를 수신한 이후 필터링 객체를 생성하였다. 이와 같은 이유로 질의 처리 비용에 필터링 수행 비용까지 추가되어 질의 처리 성능의 저하시킨다. 제안하는 기법에서는 질의를 수신하기 이전에 사전 스카이라인 구축을 통해 후보 필터링 객체를 생성함으로써 필터링 객체 생성 비용을 절감할 수 있다.

3. 초기 질의 결과 생성

3.1 질의 배포 및 로컬 스카이라인 처리

각 피어는 사용자로부터 질의를 수신하면 자신이 가지고 있는 후보 필터링 객체 집합 중 특정 객체를 이용하여 필터링을 수행한다. 필터링 수행의 목적은 로컬 스카이라인 질의 처리 시, 많은 객체를 대상으로 질의 처리를 수행하면 할수록 계산 양이 증가되기 때문에 질의 처리를 수행하기 이전에 객체를 필터링 함으로써 질의 처리 시 발생하는 메시지 전송량을 감소시킨다.

[표 1]은 피어가 자신이 가진 객체 정보를 대상으로 질의 피어간의 거리를 계산하여 거리 속성을 맵핑한 것을 나타내며, [표 2]에서와 같이 후보 필터링 객체 집합에서도 각 객체의 거리 속성을 계산하여 맵핑한다. 여기서 거리 속성은 질의 피어와 자신이 보유한 객체 간의 거리를 의미한다. 질의 피어는 필터링을 수행하기 위해 후보 필터링 객체 집합 중에서 거리가 가장 먼 객체를 최초 필터링 객체로 선정한다. [표 2]에서 최초의 필터링 객체는 거리가 가장 먼 O4로 선정된다. 피어는

후보 필터링 객체 집합 중 거리가 가장 가까운 O4를 최초의 필터링 객체로 선정한다. 그 이유는 사전 스카이라인 구축 과정에서는 O5가 O1에 지배당하는 객체였지만 질의를 수신하고, 거리 속성이 결정된 이후는 O1에 지배되지 않는 객체이며, 글로벌 스카이라인 질의처리 결과로 선정될 수도 있는 객체에 해당하기 때문이다.

[표 3]은 피어 P1의 최초 필터링 객체의 속성을 나타낸다. 이렇게 최초의 필터링 객체가 선정이 되면, 피어는 자신이 가진 객체를 대상으로 거리속성을 포함하여 필터링을 수행한다. [그림 6]은 최초 필터링 객체를 이용하여 자신이 가진 객체를 대상으로 질의 처리 이전에 필터링하는 것을 나타낸다. [그림 6]과 같이 최초의 필터링 객체로 선정된 O1은 모든 속성에 대해 자신보다 낮은 값을 가지고 있는 객체에 해당하는 O6과 O7을 필터링한다.

표 1. P1의 보유 객체

OID	가격	품질	거리
O1	3500원	3	4km
O2	2100원	2	2km
O3	5000원	5	3km
O4	2000원	2	6km
O5	3600원	4	4km
O6	4000원	2	5km
O7	4800원	3	8km

표 2. P1의 후보 필터링 객체 집합

OID	가격	품질	거리
O1	3500원	3	4km
O3	5000원	5	3km
O4	2000원	2	2km

표 3. P1의 최초 필터링 객체

OID	가격	품질	거리
O1	3500원	3	4km

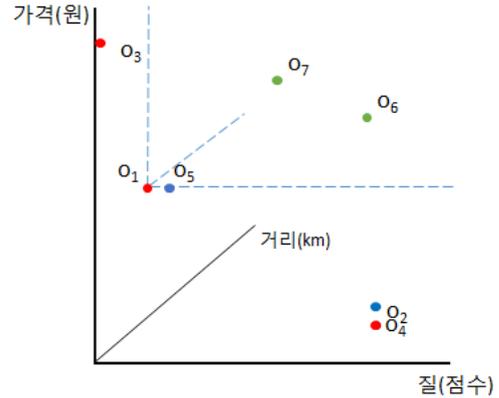


그림 6. P1의 필터링 수행

필터링 수행 및 로컬 스카이라인 질의 처리 단계는 피어가 질의를 수신한 이후, 기존에 사전 스카이라인 구축을 통해 얻어진 후보 필터링 객체 중에서 최초의 필터링 객체를 선정한다. 피어는 질의를 수신하면, 제일 먼저 OT에 존재하는 객체의 거리 속성을 결정하기 위해 질의 피어와 객체 간의 거리 계산을 통해 거리 속성을 맵핑한다. 식 (1)은 질의피어와 객체간의 거리를 구하는 식으로 식을 통해 거리를 계산하여 거리 속성을 결정한다. 식 (1)에서의 Q_x 와 Q_y 는 질의 피어의 위치에 해당하는 x좌표와 y좌표를 나타내며, O_x 와 O_y 는 객체의 위치에 해당하는 x좌표와 y좌표를 나타낸다. 일반적인 두 좌표 간의 거리 계산식과 동일하며, 일반 피어에서는 질의를 수신할 때, 질의 피어의 위치 정보 또한 함께 수신되기 때문에 질의를 수신한 모든 피어가 식 (1)을 이용하여 거리 계산이 가능하다. 각 피어는 자신이 가진 객체의 거리 속성을 식 (1)을 이용하여 결정한다. 피어는 후보 필터링 객체 집합 중에서 거리 속성이 가장 큰 객체를 최초의 필터링 객체로 선정한다.

$$value_{dist} = \sqrt{(Q_x - O_x)^2 + (Q_y - O_y)^2} \quad (1)$$

최초 필터링 객체가 선정이 되면, 피어는 질의 처리에 참여할 자신이 가진 객체를 필터링한다. 필터링의 대상은 동적 속성에 해당하는 거리 속성이 포함된 객체의 모든 속성 값이 최초의 필터링 객체보다 낮은 객체

이다. 필터링 수행 이후 피어는 필터링 되지 않은 나머지 객체를 대상으로 로컬 스카이라인 질의 처리를 수행한다. 로컬 스카이라인 질의 처리를 통해 얻어진 결과는 QRT에 저장한다. 또한, 로컬 스카이라인 질의 처리 결과와 필터링 객체 집합을 병합하여 필터링 객체 집합을 조정한다.

3.2 질의 배포 범위 확장

제안하는 기법에서는 질의 배포 범위 확장 정책을 제안한다. 질의 배포 범위 확장 정책에서는 질의 처리 과정에서 질의 배포 범위를 재 계산하여 확장된 질의 배포 범위로의 질의 배포를 통해 더 많은 객체를 질의 처리에 포함시킬 수 있으며, 정확성을 향상시키는 정책이다.

본 논문의 질의 처리에서는 질의 배포 범위를 사용자가 지정하여 특정 범위 내에서 질의 처리를 수행한다. 그와 같은 이유로 질의 처리 시 더 많은 객체가 정확성 측면에서 요구되지만 질의 배포 범위 바깥쪽에 존재하는 피어는 질의 처리에 참여할 수 없기 때문에 질의 처리의 정확성이 저하된다.

각 피어는 자신이 가진 객체 정보를 대상으로 로컬 스카이라인 질의 처리를 수행한 뒤 결과를 대상으로 새로운 필터링 객체 집합을 생성한다. 로컬 스카이라인 질의 처리란 자신이 가진 객체 정보만을 대상으로 스카이라인 질의 처리를 수행하는 것을 의미한다. 만약 새로운 필터링 객체 집합 중 가장 거리가 먼 객체가 기존 질의 배포 범위보다 크다면, 그 객체의 거리 속성 값이 질의 배포 범위로 재선정된다.

[그림 7]은 질의 배포 범위가 확장하는 모습을 나타낸다. 피어 P5는 로컬 스카이라인 질의 처리를 수행한 뒤 로컬 스카이라인 질의 처리 결과에 해당하는 O11, O14, O17과 기존 필터링 객체와 병합한다. 새롭게 생성된 필터링 객체 집합 중에 가장 거리가 먼 O17은 기존 질의 배포 범위보다 먼 곳에 위치해 있기 때문에, O17을 기준으로 기존 질의 배포 범위에 해당하는 10km에서 새로운 질의 배포 범위가 15km로 지정된다. [그림 7]와 같이 기존 질의 배포범위에서는 P5가 P7에게 질의를 배포하더라도 P7은 질의 배포 범위 내에 존재하지

않기 때문에 질의 처리를 수행할 필요가 없다. 즉, P7이 만약 스카이라인 질의 처리 결과에 영향을 미치는 객체를 가지고 있다면, 정확성 저하의 문제를 발생시킨다. 하지만, P5가 가지고 있는 객체인 O7에 의해 질의 배포 범위는 확장되고, 그에 따라 P7 또한 질의에 참여하여 정확성 문제를 해결할 수 있다. [표 4]은 P5의 로컬 스카이라인 질의 처리 이후의 필터링 객체 집합을 나타낸다. P5로부터 질의 배포범위가 확장되어 P7은 질의에 참여하게 되며, 앞 절과 마찬가지로 필터링 및 로컬 스카이라인 질의 처리를 수행한다.

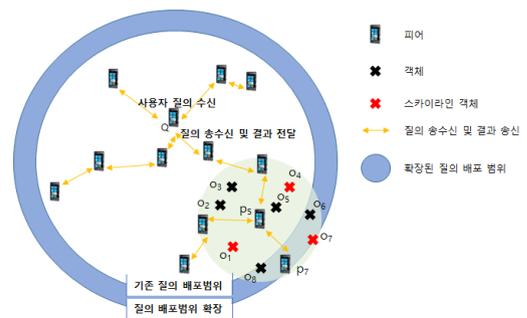


그림 7. P5에 의한 질의 배포 범위 확장

표 4. P5의 로컬 스카이라인 질의 처리 결과

OID	가격	질	거리
O11	3500원	4	8km
O13	5000원	5	7km
O14	2000원	3	8km
O17	4800원	5	15km

질의 배포 범위 확장 및 질의 배포에서는, QRT를 생성한 이후, 인근에 있는 피어에게 질의를 송신하는 단계이다. 피어는 로컬 스카이라인 질의 처리 이후 로컬 스카이라인 질의 처리 결과 중 거리 속성이 기존 질의 배포 범위보다 큰 객체가 존재하는지를 파악한다. 만약 기존 질의 배포 범위보다 특정 객체의 거리속성이 더 크다면, 특정 객체의 거리 속성으로 질의 배포 범위가 재선정된다.

3.3 글로벌 스카이라인 생성

제안하는 기법에서는 결과 병합을 통해 각 피어의 로

컬 스카이라인의 결과를 질의 피어에게 모두 반환하지 않고, 부모 피어에게의 반환을 거둬들이면서 결과 병합을 수행함으로써, 최적화 된 결과만을 질의 피어에게 반환하며, 질의 피어는 최적의 결과만을 병합하여 글로벌 스카이라인 질의 처리를 수행하기 때문에, 기기의 부하를 방지할 수 있다. 또한, 이를 통해 결과 반환 과정에서 발생하는 메시지 전송량을 절감함으로써, 질의 처리 성능을 향상시킨다.

글로벌 스카이라인 질의 처리 단계에서는 자식 피어로부터 얻어진 결과를 병합하고, 로컬 스카이라인을 재수행하며, 결과를 부모 피어에게 반환한다. 여기서 자식 피어란 자신이 질의를 배포하여 질의를 수신한 피어를 의미하며, 부모 피어는 자신에게 질의를 송신한 피어를 의미한다.

자식피어로부터 결과를 반환받은 피어는 모든 결과를 자신의 QRT에 저장한다. 저장된 결과를 대상으로 로컬 스카이라인 질의 처리를 수행하여 새로운 결과 집합을 생성한다. 반환받은 결과와 자신의 결과를 토대로 얻어진 로컬 스카이라인 질의 처리 결과는 QRT의 결과를 대체한다. 피어는 해당 결과를 MSG_RESULT_BROADCAST 메시지를 통해 부모 피어에게 전송한다.

질의 피어는 MSG_RESULT_BROADCAST 메시지를 통해 모든 로컬 스카이라인 질의 처리 결과를 반환받으면, 최종적으로 글로벌 스카이라인 질의 처리를 수행하여 최초의 질의 처리 결과를 생성하는 단계이다. 질의 피어가 자식 피어로부터 모든 객체를 수신하면 일반 피어가 결과를 병합하여 로컬 스카이라인을 재수행하는 것과 동일하게 글로벌 스카이라인을 수행한다. 최종적으로 글로벌 스카이라인을 통해 얻어진 결과는 사용자에게 제공된다.

4. 연속 스카이라인 질의 처리

연속 스카이라인 질의 처리 기법은 연속적인 질의에 대해서 매번 질의 처리를 수행하는 것이 아닌, 최초의 질의 처리 이후, 질의에 참여했던 피어가 새로운 객체를 수신하는 경우에만 새로운 객체가 기존 결과에 의해 지배되는지의 여부를 파악하여 결과로 제공함으로써,

연속적인 질의에 대해 효율적으로 처리하며, 질의 처리 성능을 향상시킨다.

[그림 8]은 P5의 이동에 따라 피어가 새로운 객체를 수신하는 것을 나타낸다. 여기서 새로운 객체를 수신하는 경우는 피어가 이동함에 따라 새로운 객체로부터 객체 정보를 수신하거나, 새로운 피어가 모니터링 영역에 진입함으로써, 새로운 피어로부터 데이터가 배포된 경우에 해당한다. P5는 로컬 스카이라인 질의 처리를 통해 기존의 로컬 스카이라인 질의 처리 결과를 보유하고 있다. 그렇기 때문에 P5는 기존 로컬 스카이라인 질의 처리 결과를 사용하여 새롭게 수신된 객체가 기존 로컬 스카이라인 질의 처리 결과에 의해 지배되는지의 여부를 파악한다. 만약 지배되지 않는다면 P5는 질의 피어에게 새롭게 수신된 객체 정보를 전달하며, 지배되는 경우는 스카이라인 질의 처리 결과가 될 수 없으므로 객체 정보를 전달하지 않는다. 새로운 객체 정보를 수신한 질의 피어는 P5와 마찬가지로 최초 스카이라인 질의 처리 결과에 의해 새로운 객체가 지배되는지의 여부를 파악하여 지배되지 않는 경우, 사용자에게 새로운 결과로 새로운 객체 정보를 제공한다.

[표 5]는 P5가 이동함에 따라 새로운 객체를 수신한 것을 나타낸다. P5는 이동을 통해 O21, O22, O23 객체의 정보를 새롭게 수신하였다. P5는 새로운 객체가 해당 질의의 새로운 결과로 제공될지의 가능성을 판별하기 위해 기존 로컬 스카이라인 질의 처리 결과에 해당하는 [표 5]에 의해 지배되는지의 여부를 판단한다. O22, O23 객체는 기존 로컬 스카이라인 질의 처리 결과에 의해 지배되지만 O21의 경우 지배되지 않는 객체에 해당한다. O21은 최초 스카이라인 질의 처리 결과 이후 새로운 결과로 선정될 가능성을 갖은 객체라고 할 수 있다. P5는 기존 로컬 스카이라인 질의 처리 결과에 의해 지배되지 않는 객체에 해당하는 O21을 질의 피어에게 전달한다. 객체를 전달받은 질의 피어는 최초 스카이라인 질의 처리 결과에 의해 O21 객체가 지배되는지의 여부를 판별하며, 지배되지 않을 경우 사용자에게 새로운 결과로 O21을 제공한다.

제안된 기존 연구에서는 연속적인 질의에 대해서 매번 질의 처리를 수행하여, 기존에 질의 처리에 참여했

있던 객체가 또 다시 질의 처리에 참여하여 불필요한 통신비용을 발생하는 문제점을 야기했다. 제안하는 기법에서는 이 같은 문제점을 해결하기 위해 연속 스카이라인 질의 처리 기법을 통해, 새로운 객체만을 처리함으로써, 질의 처리 성능을 향상시킨다.

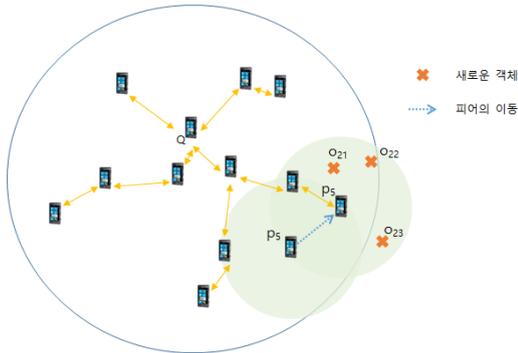


그림 8. P5의 이동에 따른 새로운 객체 정보 수신

표 5. P5의 새로운 객체 수신

OID	가격	질	거리
O11	3500원	4	8km
O13	5000원	5	7km
O14	2000원	3	8km
O17	4800원	5	15km
O20	3000원	4	8km
O21	3800원	2	15km
O22	5000원	5	17km

피어가 새로운 객체를 수신함에 따라 새로운 객체를 전달받은 질의 피어는 피어가 연속 스카이라인 질의 처리를 수행했던 것과 유사한 형태로 수행한다. 일반 피어에서는 자신이 가진 결과를 대상으로 수행하지만, 질의 피어는 질의에 참여한 전체 객체를 대상으로 한 결과에 의해 지배되는지의 여부를 파악하기 때문에 질의 피어에서도 마찬가지로 새로운 객체에 대한 지배 여부를 판별해야 한다. 질의에 참여했던 피어들이 새로운 객체에 대한 지배 여부를 파악하고, 지배되지 않은 객체를 질의 피어에게 반환함으로써 얻어진 객체이다. 질의 피어는 자신이 가진 QRT에 의해 새로운 객체가 지배되는지의 여부를 판별한 뒤, 지배되지 않을 경우

QRT에 새로운 객체를 저장하고, 사용자에게 새로운 객체 정보를 제공한다.

IV. 성능평가

제안하는 효율적인 스카이라인 질의 처리 기법의 우수성을 입증하기 위해 DPL 필터링 기법과 VDR 필터링 기법과의 성능 평가를 수행하였다. 성능 평가는 Intel Core i3 CPU 3.07GHz 와 8G RAM을 사용하는 컴퓨터에서 JDK 1.8을 사용하여 구현하였다. 실험 환경은 전체 네트워크 크기를 200m×200m하고 피어 수 500개, 질의 대상 객체 수 100개로 생성하여 진행하였다. 실험에서 피어의 통신반경 15m, 이동속도는 10m/sec로 고정하고 메시지수, 처리 시간, 정확도를 측정하였다. [표 6]은 성능 평가에 사용되는 파라미터를 나타낸 것이다.

표 6. 성능 평가 환경

파라미터	값
피어	500 ~ 3500
객체	100 ~ 700
통신반경	15m ~ 45m
질의 배포 범위	200~m × 200m
이동속도	10m/sec

[그림 9]는 연속 질의 처리에 따른 각 기법의 메시지 발생량을 나타낸다. 제안하는 연속 스카이라인 질의 처리 기법의 경우, 피어가 새로운 객체를 수신했을 경우에만 새로운 객체가 지배되는지의 여부를 판별하여 결과로 제공하기 때문에, 메시지 발생량이 크지 않다. 이와 같은 이유로 기존 기법의 경우 매 질의를 처리할 때마다 유사한 수만큼 메시지 발생량이 증가하지만 제안하는 연속 스카이라인 질의 처리 기법의 경우 적은 양의 메시지 발생량이 증가함을 알 수 있었으며 2번째 연속 질의 처리 이후부터 200%~700%까지 메시지 발생량의 차이를 보임을 알 수 있었다.

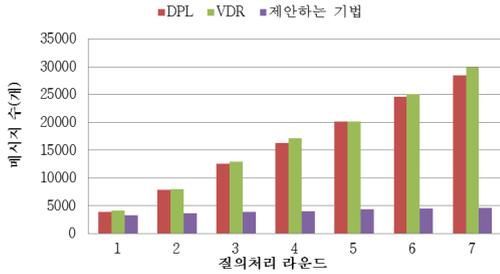


그림 9. 연속 질의 처리에 따른 메시지 발생량

[그림 10]은 연속 질의 처리에 따른 각 기법의 질의 결과 정확성을 나타낸다. 제안하는 연속 스카이라인 질의 처리 기법의 경우, 최초의 스카이라인 질의 처리 이후 새로운 객체 수신을 기존 결과에 추가하여 질의 처리를 수행한다. 기존 기법들의 경우는 매번 자신의 이동 영역에서의 객체를 대상으로 스카이라인 질의 처리를 수행하기 때문에 제안하는 연속 스카이라인 질의 처리 기법의 우수성을 알 수 있었다.

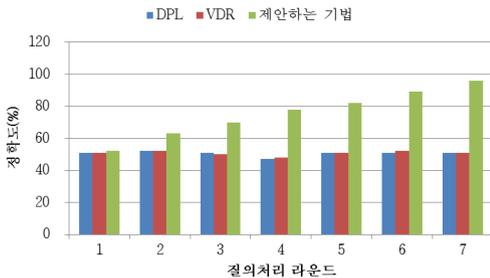


그림 10. 연속 질의 처리에 따른 질의 결과 정확성

[그림 11]은 연속 질의 처리에 따른 각 기법의 질의 처리 시간을 나타낸다. 제안하는 연속 스카이라인 질의 처리 기법의 경우 최초의 스카이라인 질의 처리 이후 새로운 객체 수신을 기존 결과에 추가하여 질의 처리를 수행한다. 기존 기법들의 경우 매번 최초의 스카이라인 질의 처리 형태의 질의 처리 전체 과정을 반복하기 때문에 질의 처리 시간이 최초의 시간정도의 유사한 양만큼 증가한다. 연속 질의 처리에 따른 질의 처리 시간에 대한 성능평가를 통해 제안하는 연속 스카이라인 질의 처리 기법이 기존 기법에 비해 최대 200% 정도 성능이

우수한 것을 확인할 수 있었다.

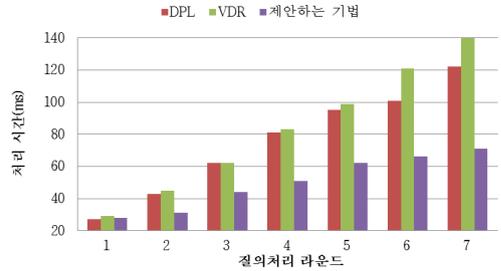


그림 11. 연속 질의 처리에 따른 질의 처리 시간

V. 결론

본 논문에서는 모바일 P2P 네트워크에서 통신 비용 및 검색 정확도 향상을 위한 새로운 스카이라인 질의 처리 기법을 제안하였다. 모바일 P2P 네트워크는 단거리 무선 기술을 이용하여 피어들 사이에 통신을 수행하기 때문에 질의 처리 과정에서 많은 통신 비용이 발생한다. 제안하는 기법에서는 질의를 수신하기 이전에 객체의 정적인 속성을 대상으로 사전 스카이라인 구축을 수행하여 후보 필터링 객체를 생성하기 때문에 통신 비용 및 필터링 비용을 감소시킨다. 또한, 질의 배포 범위를 확장함으로써 질의 처리의 정확성을 향상시켰다. 연속 스카이라인 질의 처리 기법을 통해 메시지 수, 질의 처리 시간을 감소시킨다. 제안하는 우수성을 입증하기 위해 기존의 VDR 필터링 기법, DPL 필터링기법과의 성능평가를 수행한 결과 제안하는 기법이 기존의 기법보다 우수한 성능을 보였다.

참고 문헌

- [1] H. Li, K. Bok, and J. Yoo, "An Unstructured Peer to Peer Architecture over Mobile Ad Hoc Networks," INFORMATION-AN INTERNATIONAL INTERDISCIPLINARY JOURNAL, Vol.15, No.7, pp.3085-3106, 2012.

- [2] X. Meng and T. Li, "A dynamic load balancing scheme with incentive mechanism in heterogeneous structured P2P networks," *Computer and Electrical Engineering*, Vol.39, No.7, pp.2124-2134, 2013.
- [3] 김재구, 윤수용, 임종태, 이석희, 복경수, 유재수, "모바일 P2P 네트워크에서 피어의 연결성을 고려한 그룹 기반 캐시 공유 기법", *한국콘텐츠학회 논문지*, 제14권, 제10호, pp.20-31, 2014.
- [4] 복경수, 조미림, 유재수, "모바일 P2P 네트워크에서 효율적인 콘텐츠 검색을 위한 데이터 배포 기법", *한국콘텐츠학회논문지*, 제12권, 제8호, pp.37-46, 2012.
- [5] K. Bok, D. Kwak, and J. Yoo, "A Resource Discovery with Data Dissemination over Unstructured Mobile P2P Networks," *KSII TRANSACTIONS ON INTERNET AND INFORMATION SYSTEMS*, Vol.6, No.3, pp.815-834, 2012.
- [6] A. Rowstron and P. Druschel, "Pastry: Scalable, decentralized object location and routing for large-scale peer-to-peer systems," *IFIP/ACM International Conference on Distributed Systems Platforms*, pp.329-350, 2001.
- [7] T. P. Nghiem, A. B. Waluyo, and D. Taniar, "A pure peer-to-peer approach for kNN query processing in mobile ad hoc networks," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.17, No.5, pp.973-985, 2013.
- [8] K. Mouratidis, M. Hadjieleftheriou, and D. Papadias, "Conceptual Partitioning: An Efficient Method for Continuous Nearest Neighbor Monitoring," *Proc. ACM Conference on Management of Data*, pp.634-645, 2005.
- [9] J. Lim, Y. Park, K. Bok, and J. Yoo, "An Efficient Continuous Range Query Processing Method for Mobile P2P Network Environments," *Journal of KIISE : Computing Practices and Letters*, Vol.18, No.4, pp.326-330, 2012.
- [10] Z. Li and Y. Park, "Efficient Processing using Static Validity Circle for Continuous Skyline Queries," *Journal of KIISE : Databases*, Vol.33, No.6, pp.631-643, 2006.
- [11] Z. Huang, H. Lu, B. Ooi, and A. Tung, "Continuous Skyline Queries for Moving Objects," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol.18, No.12, pp.1645-1658, 2006.
- [12] I. Ilyas, G. Beskales, and M. Soliman, "A Survey of Top-k Query Processing Techniques in Relational Database Systems," *ACM Computing Surveys*, Vol.40, No.4, 2008.
- [13] Z. Huang, C. S. Jensen, H. Lu, and B. C. Ooi, "Skyline Queries Against Mobile Lightweight Devices in MANETs," *Proc. International Conference on Data Engineering*, p.66, 2006.
- [14] M. Park, M. Kim, and J. Min, "An Effective Filtering Method for Skyline Queries in MANETs," *Proc. International Conference on Advanced Communication Technology*, pp.262-267, 2010.
- [15] 복경수, 이현정, 박용훈, 유재수, "모바일 P2P 네트워크에서 피어의 이동성을 고려한 연속적인 k-최근접 질의 처리", *한국콘텐츠학회논문지*, 제12권, 제8호, pp.47-58, 2012.

저 자 소 개

복 경 수(Kyoung-Soo Bok)

중신회원



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

- 2005년 3월 ~ 2008년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 Postdoc
 - 2008년 3월 ~ 2011년 2월 : (주)가인정보기술 연구소
 - 2011년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 초빙부교수
- <관심분야> : 데이터베이스 시스템, 위치기반서비스, 모바일 P2P 네트워크, 소셜 네트워크 서비스, 빅데이터 등

박 선 용(Sunyong Park)

준회원



- 2013년 8월 : 배재대학교 전자상거래학과(경영학사)
- 2013년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 석사과정

<관심분야> : 이동 P2P 네트워크, 소셜 네트워크 서비스, 빅 데이터 등

김 대 윤(Dae-Yun Kim)

준회원



- 2014년 3월 : 청주대학교 경영학과(경영학사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 빅데이터학과 석사과정

<관심분야> : 이동 P2P 네트워크, 소셜 네트워크 서비스, 빅 데이터 등

임 중 태(Jong-Tae Lim)

정회원



- 2009년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2011년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 시공간 데이터베이스, 위치기반 서비스, 모바일 P2P 네트워크, 빅데이터 등

신 재 룡(Jae-Ryong Shin)

정회원



- 1996년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 1998년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2002년 8월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)

• 2003년 3월 ~ 현재 : 광주보건대학 보건행정과 교수
<관심분야> : 실시간데이터베이스, 내용기반검색

유 재 수(Jae-Soo Yoo)

중신회원



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

• 1995년 3월 ~ 1996년 8월 : 목포대학교 전산통계학과 (전임강사)

• 1996년 8월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학부 및 컴퓨터정보통신연구소 교수

• 2009년 3월 ~ 2010년 2월 : 캘리포니아주립대학교 방문교수

<관심분야> : 데이터베이스시스템, 빅데이터, 센서네트워크 및 RFID, 소셜 네트워크 서비스, 분산 객체컴퓨팅, 바이오인포매틱스 등