

# 도로 네트워크 환경에서 센서 네트워크를 이용한 효율적인 분산 브로드캐스트 기법

## Efficient Distributed Broadcast Schemes using Sensor Networks in Road Network Environments

장용진, 이진주, 박준호, 성동욱, 유재수  
충북대학교 정보통신공학과

Yongjin Jang(yjjang85@gmail.com), Jinju Lee(jinjulee83@chungbuk.ac.kr),  
Junho Park(arionfit@naver.com), DongOok Seong(seong.do@gmail.com),  
Jaesoo Yoo(yjs@chungbuk.ac.kr)

### 요약

수많은 이동 노드가 존재하는 유비쿼터스 환경에서 위치 기반 서비스가 중요한 응용 분야로 부상하고 있다. 효율적인 위치 기반 서비스를 제공하기 위해 브로드캐스트를 이용한 다양한 기법들이 연구 되었지만, 대부분 브로드캐스트 인덱스 구축에 대한 연구이고, 브로드캐스트 데이터 전체의 크기를 줄이기 위한 기법은 고려되지 않았다. 이에 본 논문에서는 최근 많은 연구가 이루어지고 있는 센서 네트워크 기반의 객체의 이동 패턴을 고려한 데이터 분산 브로드캐스트 기법을 제안한다. 또한 제안하는 분산 브로드캐스트 기법의 효율성을 위해 도로 네트워크 기반의 센서 클러스터링 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 센서 노드에 의해 측정 된 객체의 이동 정보를 기반으로 데이터를 최적으로 분산 시킨다. 제안하는 기법의 우수성을 보이기 위해 기존 브로드캐스트 기법과 제안하는 기법을 다양한 환경에서 성능평가를 수행한다.

■ 중심어 : | 브로드캐스트 | 위치 기반 서비스 | 센서 네트워크 | 도로 네트워크 |

### Abstract

In ubiquitous environments that numerous mobile objects exist, the location-based services have risen as an important application field. For efficient location-based services, various techniques with broadcast schemes have been studied. However, they were mainly concerned with the implementation of a broadcast index and did not consider techniques for reducing the size of the entire broadcast data. Therefore, this paper proposes a data distribution broadcast scheme based on sensor networks that considers the mobile patterns of an object in road network environments. In this paper we also propose a road network based sensor clustering technique for the efficiency of the proposed distributed broadcast scheme. In order to show the superiority of the proposed scheme, we compare it with the existing broadcast scheme in various environments.

■ keyword : | Broadcast | Location-based Service | Sensor Network | Road Network |

\* 이 논문은 2010년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음.

접수번호 : #101012-003

접수일자 : 2010년 10월 12일

심사완료일 : 2011년 01월 17일

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

## 1. 서론

최근 유무선 통신 기술의 발전 및 모바일 정보기기의 보편화에 힘입어 위치 기반 서비스(Location-based Service)가 주요한 응용 분야로 부상하고 있다. 위치 기반 서비스란 사용자가 현재 위치한 지리적 위치를 고려하여 사용자에게 유용한 정보를 제공하는 서비스를 말한다. 이러한 위치 기반 서비스는 도로 네트워크에서 사용자에게 서비스를 제공하기 위해 특히 유용하다. 예를 들어 ‘근처의 가장 가까운 주유소는 어디인가?’ 또는 ‘특정 위치의 도로 상황은 어떠한가?’ 등이다. 위치 기반 서비스를 제공하기 위해 기본적으로 위치 정보 관리 및 공간 질의 처리 기법이 필요하므로, 효과적인 위치 기반 서비스를 제공하기 위한 다양한 연구들이 이루어지고 있다.

위치 기반 서비스에서 정보를 수집하기 위한 보편적인 방법인 수요 중심 제공(on-demand)기법은 클라이언트가 정보가 필요할 경우 서버에 정보를 요청하는 방식이다[1]. 즉, 서버는 클라이언트가 요청한 모든 질의를 서버에서 중앙집중식으로 처리하는 기법이다. 이러한 수요 중심 제공 기법은 클라이언트 측에서 질의 처리를 위한 어떠한 연산도 수행하지 않기 때문에, 클라이언트 측에서 부하가 적은 방식이다. 하지만, 데이터의 갱신이나 데이터 요청 수가 증가하면 서버 측에 많은 부하가 발생하고 정보 요청 결과의 응답 속도가 늦어지는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 브로드캐스트(broadcast)을 이용한 기법이 제안되었다[2-5].

브로드캐스트는 클라이언트의 수에 상관없이 한 번의 전송으로 다수의 클라이언트가 요청하는 정보를 획득하기 위한 질의 처리를 할 수 있다는 장점이 있다. 즉, 서버는 클라이언트들이 필요로 하는 전체 데이터를 브로드캐스트 방식으로 전송하고, 클라이언트는 전송 받은 데이터에서 자신이 필요로 하는 데이터를 얻기 위해 자체적으로 질의 처리를 수행한다. 브로드캐스트 기법은 질의 처리를 클라이언트에서 처리함으로써 서버의 부하 집중 문제를 해결하였지만, 클라이언트가 데이터를 얻기 위해 채널을 수신하는 시간인 튜닝 시간(Tuning Time)과 클라이언트가 수신한 데이터 내에서

필요한 정보를 획득할 때까지 소모되는 지연시간(Access Latency)으로 인해 에너지 소모와 원하는 정보를 즉시 획득하지 못하는 문제가 발생한다. 즉, 질의를 빠르게 처리하기 위한 기법들이 요구된다. 이러한 문제를 해결하기 위해, [6]에서는 빠른 질의 처리를 위한 P2P를 이용한 브로드캐스트 기법이 제안되었다. 이 기법은 각각의 클라이언트는 P2P통신을 이용하여 질의 결과에 만족하는 데이터를 획득하며, P2P통신을 통해 얻지 못한 데이터는 서버에서 제공하는 방송을 통해 원하는 데이터를 획득하는 방법이다. 하지만 P2P통신을 유지하기 위하여 추가적인 장비와 기법이 필요하며, 클라이언트간의 거리가 멀어지게 되면 통신이 불가능하다. 또한 P2P 환경에서는 사용자가 원하지 않은 정보가 노출 되는 보안문제가 발생한다.

최근 반도체 기술과 무선 통신의 발전으로 초소형, 고성능의 저렴한 스마트 센서의 개발이 가능하게 되었다[7]. 다수의 센서들로 구성된 센서 네트워크를 활용한 다양한 응용이 연구되고 있고, u-City와 같은 실제 응용에 적용 되는 사례가 증가하고 있는 추세다. 이러한 센서 네트워크와 브로드 캐스트 기법을 이용하여 도로 네트워크 환경에 적용 시, 차량의 속도, 이동 방향 정보 등을 파악하여 지능적인 도로네트워크 환경 구축이 가능하다.

본 논문에서는 튜닝 시간과 접근 지연시간을 감소시키기 위해 최근 많은 연구가 이루어지고 있는 센서 네트워크 기반에 객체의 이동 패턴을 고려한 데이터 분산 브로드캐스트 기법을 제안한다. 또한 제안하는 분산 브로드캐스트 기법의 효율성을 위해 도로 네트워크 기반의 센서 클러스터링 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 센서 노드에 의해 측정 된 객체의 이동 정보를 기반으로 데이터를 최적으로 분산 시킨다.

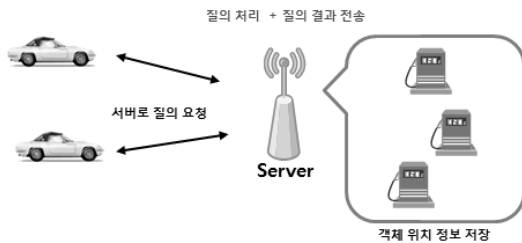
본 논문에 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련연구로 기존의 제안된 브로드캐스트 기법과 센서 네트워크에서의 클러스터링 기법을 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 기법을 단계별로 상세히 기술하고, 4장에서 성능평가를 통해 제안하는 기법의 우수성을 입증한다. 마지막으로 5장에서 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

## II. 관련연구

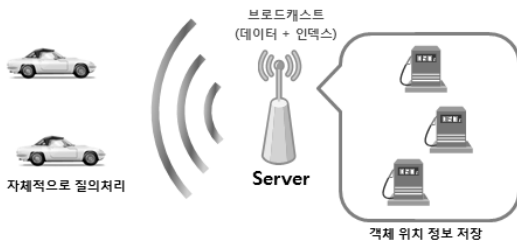
### 1. 브로드 캐스트 기법

도로 네트워크 환경에서 이동통신망이나 GPS를 이용하여 사용자에게 여러 가지 서비스를 제공하기 위한 다양한 기법이 연구되었다.

[그림 1](a)와 같이 수요 중심 제공 방식은 가장 보편적인 방식으로, 클라이언트의 관심 대상에 대한 위치 정보의 갱신 및 클라이언트의 질의 처리 및 결과 전달을 서버가 처리하는 방식이다. 즉, 클라이언트들의 모든 질의를 서버에서 중앙집중식으로 처리하는 방식이다. 이 방식은 클라이언트 측에서 질의 처리를 위한 어떤 연산도 수행하지 않기 때문에, 클라이언트 측에서 부하가 적은 방식이다. 하지만, 갱신 및 질의의 수가 증가하면 서버 측은 많은 부하를 갖고 이로 인해, 질의 결과의 응답 속도가 늦어지는 문제를 야기하게 된다. [그림 1](b)와 같은 브로드캐스트 방식은 계산 능력이 좋은 장비를 갖춘 클라이언트 측에 질의 처리 부하를 분산한 방식으로 요구 방식이 가지는 문제들을 해결한 방식이다.



(a) 수요 중심 제공 기법



(b) 브로드캐스트 기법

그림 1. 위치 기반 서비스 시스템 분류

하지만, 브로드 캐스트 기법은 [그림 2]와 같이 클라이언트가 데이터를 얻기 위해 채널을 수신하는 시간인 튜닝 시간과 클라이언트가 수신한 데이터 내에서 필요한 정보를 획득할 때까지 소모되는 접근 지연시간으로 인해 에너지 소모와 원하는 정보를 즉시 획득하지 못하는 문제가 발생한다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 빠른 접근을 통한 브로드캐스트 데이터 접근 기법들이 요구된다.



그림 2. 브로드 캐스트 구조

이러한 문제를 해결하기 위해 다양한 인덱스 기법이 제안되었다. [2]는 두 개의 인수를 갖는 해시 함수를 사용하여 반복되는 데이터의 위치를 가리킬 수 있는 해시 기반 인덱스 기법을 제안하였고, 트리 기반 인덱스 기법[3]이 제안되었다. 또한, 인기 있는 데이터의 접근 빈도를 고려하여 방송하는 기법이 제안되었다[4][5]. [6]은 P2P를 이용한 브로드 캐스트 기법을 제안하였다. 그림 3은 P2P를 이용한 브로드캐스트 기법의 구조를 보여 준다. 각각의 이동하는 객체는 모바일 장치가 부착되어 있으며, 이 모바일 통신장치를 통해 객체 간의 통신을 할 수 있다. 예를 들어, 하나의 이동하는 객체가 자신과 가장 가까운 주유소를 찾겠다고 가정한다면, 이 객체는 P2P 통신을 통해 주변에 이동하는 객체로부터 원하는 정보를 획득한다. 즉, 서버가 제공하는 브로드캐스트 데이터를 수신하지 않고, 이동하는 객체가 제공하는 정보를 통해 빠른 정보 획득이 가능하다. 주변 객체로부터 정보를 획득할 수 없다면, 서버에서 제공하는 브로드캐스트 데이터를 통해 정보를 획득한다.

지금까지 제안된 브로드캐스트 연구는 대부분 튜닝 타임과 접근 지연 시간을 줄이기 위한 인덱스 기법에 한정되어 있었다. 본 논문에서는 센서 네트워크의 특성을 도로 네트워크에 적용하여 브로드캐스트를 분산함으로써 전체적인 데이터의 크기를 줄이고, 클라이언트에서의 질의처리 성능 향상시키는 데이터 분산 브로드

캐스트 기법을 제안한다.

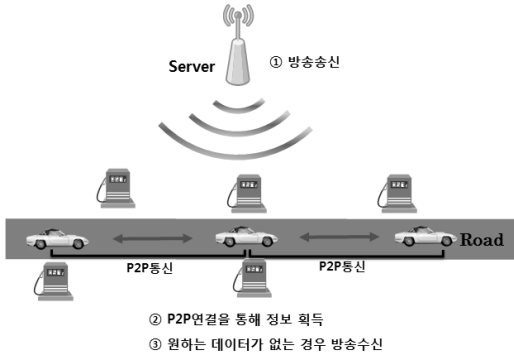


그림 3. P2P를 이용한 브로드 캐스트 구조

## 2. 센서네트워크 클러스터 기법

도로 네트워크 환경에 센서 네트워크를 적용함으로써 센서 노드의 특성을 이용하여 다양한 효용을 얻을 수 있다. 하지만, 센서 네트워크를 통합 관리하기 위해 하나의 서버에서 모든 센서 노드를 관리하기 때문에 서버에 많은 부하가 발생한다. 또한, 일반적으로 브로드캐스트 기법에서는 객체의 수가 증가함에 따라 브로드캐스트 데이터 크기가 증가하기 때문에 접근 지연시간과 튜닝시간이 증가한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 하나의 도로 네트워크를 클러스터 기법을 적용하여 여러 개의 세그먼트로 분할시켜 할 필요가 있다. 기존의 센서 네트워크에서는 센서 노드를 분산시켜, 데이터 수집을 위한 다양한 클러스터링 기법이 제안 되었다.

LEACH[8]는 일반적으로 센서 네트워크 환경에서 클러스터링을 이용하여 센싱된 데이터를 서버로 데이터를 전달하는 가장 널리 알려진 기법이다. 이 기법은 임의의 K 개의 클러스터를 구성하고 클러스터 마다 [8]에서 제안된 공식을 통해 헤드 노드를 선출한다. 클러스터 내부의 일반 노드들은 클러스터 헤드 노드로 데이터를 전송하고 클러스터 헤드 노드는 중복된 데이터를 병합하여 싱크로 전송한다. 즉, 불필요한 추가적인 데이터가 싱크로 전송되지 않으며, 센서 노드의 에너지 소모가 균등하게 이루어지도록 일정 시간 마다 클러스터를 재구성하고 헤드 노드를 재 선출한다. 이로써 분산된 환경에서 클러스터 기반의 네트워크 구조로 데이터 전

송을 수행한다. 하지만, LEACH는 헤드 노드 선출시 메시지를 통해 모든 센서 노드의 에너지를 알아야 한다는 단점이 있다.

HEED는 LEACH의 문제점을 해결하기 위해서 주기적으로 센서 노드의 에너지 혹은 그 이외의 여러 요소를 고려하여 클러스터 헤드를 선출한다. 즉, 모든 노드의 에너지를 알 필요가 없이 오직 자신의 노드 값을 이용하여 [9]에서 제안된 식을 통해 헤드 노드를 선출한다.

이와 같이, 센서 네트워크에서 다양한 클러스터링 기법이 제안되었다. 하지만, 기존의 클러스터링 기법의 경우 무선 센서 네트워크 환경을 고려하여 센서 노드의 에너지 소모를 줄이기 위해 제안되었다. 본 논문에서 고려하는 도로 센서 네트워크와 같이 미리 인프라를 구축하여 외부 전원 공급이 가능한 환경에서는 기존의 기법 적용은 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 도로 네트워크 적절한 지리적 단위인 도로 세그먼트로 분할하기 위한 클러스터링 기법을 제안한다.

## III. 제안하는 기법

본 절에서는 도로 네트워크를 기반으로 하는 효율적인 클러스터링 기법과 분산 브로드캐스트 기법을 제안한다. 분산 브로드캐스트를 위해 센서 네트워크를 이용하여 클러스터를 형성하고, 공식을 통해 도로 상황에 따라 클러스터의 크기를 확장하거나 새로운 클러스터를 생성하는 기법에 대해 설명한다. 또한 제안하는 기법에서 객체의 속도와 이동 방향을 고려하여 브로드캐스트를 수행하는 과정을 설명한다.

### 1. 센서 네트워크를 이용한 분산 브로드캐스트

일반적으로 u-City와 같은 센서 네트워크를 적용한 응용에서 센서 노드는 도로에 인접하게 배치한다. 이러한 점을 착안하여 제안하는 기법은 하나의 큰 브로드캐스트 데이터를 분산하여 방송하기 위해 [그림 4]와 같이 센서 노드들을 도로 네트워크에 배치하여 클러스터를 구성한다. 이후의 구성된 클러스터 지리적 범위에 포함되는 데이터(객체들이 연고자하는 인근 영역의 정

보)들을 이용하여 브로드캐스트 데이터를 객체의 이동 특성을 고려하여 1차원의 나열 형태로 구성하고, 이를 클러스터 영역에 포함된 객체들로 브로드캐스트를 한다. 즉, 전체의 도로 네트워크를 일정 크기의 세그먼트 단위로 분할하고, 각각의 분할된 세그먼트 단위로 브로드캐스트 데이터를 분할하여 방송한다. 이렇게 함으로써 브로드캐스트 기법에서 가장 이슈가 되고 있는 접근 지연시간과 튜닝시간을 줄일 수 있다.

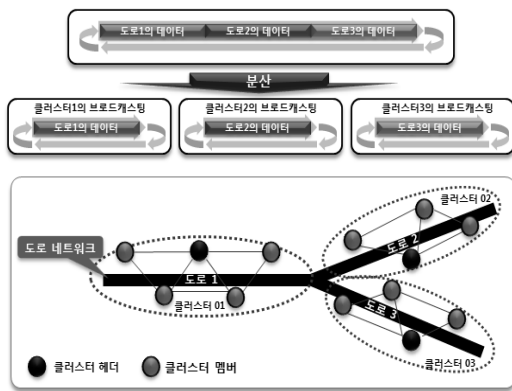


그림 4. 센서 네트워크 클러스터링

## 2. 도로 네트워크의 세그먼트 구성 단계

도로 세그먼트 단위로 클러스터링을 하기 위하여, [그림 5]와 같이 센서 노드 자신의 좌표를 바탕으로 인접 센서 노드들과의 유클리드 거리(Euclidean distance)를 통해 도로 추정 그래프  $r_1$ 를 생성한다. 인-네트워크 방식으로 초기 센서 노드는 인접 노드에게 도로 그래프 생성 메시지를 전달하고, 메시지를 전달 받은 노드는 도로 추정 그래프와 자신의 좌표를 가지고 거리를 측정한다. 예를 들어, [그림 5]에서 노드 1은 초기 센서 노드가 되며, 노드 2에게 자신의 좌표값을 전달하고, 노드 2에서 센서 노드 1과의 유클리드 거리를 통해  $r_1$ 를 생성한다. 이후의 센서 노드 2는 임계값  $\beta$ 와 비교하여 작을 경우는, 이전의 노드와 같은 도로 세그먼트에 위치하기 때문에 같은 클러스터에 속한 다는 것을 인지한다. 하지만, 임계값  $\beta$  보다 큰 노드 3 경우는 이전의 노드와 다른 도로 세그먼트에 속한다는 것을 인식하고, 새로운 도로 추정 그래프 메시지를 생성하여 인접한 다음 노드

로 전송한다. 두 개의 도로 추정 그래프가 교차되는 부분의 노드인 노드 3을 접점노드라고 하며, 접점노드는 두 개의 도로 추정 그래프에 의해 생성 되는 두 개의 클러스터에 모두 속하게 된다. 이렇게 도로 세그먼트 인 근의 센서 노드의 위치를 이용하여 클러스터링을 하고, 클러스터 멤버 노드에서는 객체의 이동 정보 및 패턴을 수집하여, 자신이 관리하는 도로 세그먼트에 해당하는 데이터만 브로드캐스트 한다.

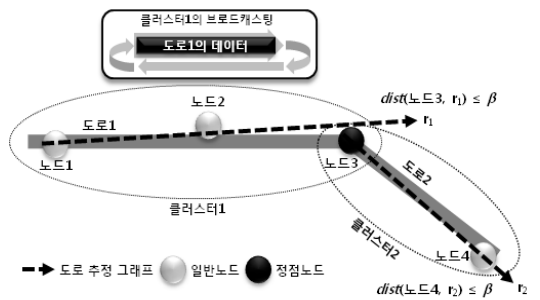


그림 5. 도로 네트워크에서의 센서네트워크 클러스터링 과정

## 3. 객체의 이동 정보를 고려한 브로드캐스트

센서 네트워크는 다양한 환경정보를 수집할 수 있다. 제안하는 기법에서는 브로드캐스트를 통해 서비스를 제공할 이동객체의 상태정보를 인지하는데 활용한다. 이동객체의 이동속도, 이동방향에 따라 브로드캐스트 될 데이터의 밀도나 순서를 결정할 수 있다. 뿐만 아니라 도로 네트워크에서 보다 효율적인 브로드캐스트를 위해 본 기법에서는 식(1)과 같이 센서 네트워크에 의해 측정된 객체의 이동 정보에 기반을 둔 최적화 분산 브로드캐스트를 수행한다. [그림 6](a)와 같이 객체의 속도가 빠른 경우, 빠른 접근 지연시간으로 브로드캐스트 데이터를 얻기 위해 최소의 세그먼트 정보를 브로드캐스트 한다. 하지만, [그림 6](b)와 같이 정체가 발생하여 느리게 이동하고 있는 객체는 접근 지연시간에 크게 영향을 받지 않기 때문에 수신할 수 있는 최대 인접 도로 세그먼트의 정보까지 포함하여 브로드캐스트를 수행한다.

$$\{ \text{단일도로세그먼트의데이터의튜닝타임} + \text{접근지연시간} \} + \sum (\text{인접한도로세그먼트}n\text{의데이터튜닝타임} + \text{접근지연시간}) \quad (1)$$

$$\leq \text{도로세그먼트에서의평균이동시간}$$

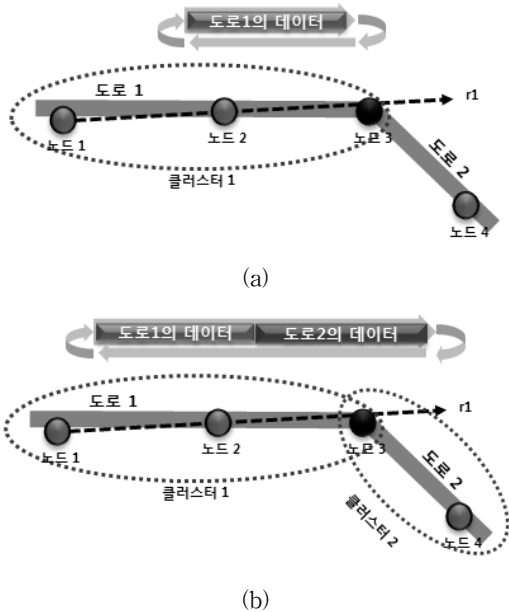


그림 6. 객체의 이동 속도를 고려한 브로드캐스팅

#### IV. 성능평가

제안하는 기법의 성능을 평가하기 위해 전체 도로 네트워크에 대한 정보를 방송하는 일반적인 브로드캐스트 기법과 비교 평가하였다. 브로드캐스트 인덱스 및 데이터 구성은 [6]의 방법을 이용하였으며, [표 1]과 같다. 전체 도로네트워크의 사이즈는 500m x 500m로 구성하였으며, 데이터 수를 100 ~ 500으로 증가시키면서 측정하였다. 그리고 버킷 사이즈를 1KB로 측정하였고, 데이터 사이즈는 10 bytes로 측정하였다. 또한 데이터의 실제 위치를 찾기 위한 인덱스 정보의 사이즈는 8bytes로 구성하여 측정하였다.

표 1. 성능 평가 환경

파라미터	값
전체 도로네트워크의 사이즈	500m x 500m
데이터 수	100 ~ 500
버킷 사이즈	1 KB
데이터 사이즈	10 Bytes
인덱스 사이즈	8 Bytes

일반적으로 브로드캐스트 환경에서 데이터의 수가 증가하면 접근지연시간과 튜닝타입이 증가한다. [그림 7]은 데이터 수의 변화에 따른 튜닝타임을 보여준다. 기존 기법이 데이터 수가 증가함에 따라 튜닝타입이 증가하는 것과 달리 제안하는 기법은 도로 세그먼트 단위로 분산 브로드캐스트를 수행함으로써 튜닝타입이 크게 감소한다. 제안하는 기법의 튜닝타입이 기존 기법에 비해 평균 72% 감소하였다.

[그림 8]은 데이터 수의 변화에 따른 접근지연시간의 변화를 보여준다. 질의 처리에 있어서 기존 기법은 데이터 수가 증가할수록 브로드캐스트 되는 전체 데이터의 양이 증가하게 되고 질의 처리와 관련 없는 데이터가 상대적으로 증가하여 지연시간이 증가한다. 그러나 제안하는 기법은 분산 브로드캐스트를 수행함으로써 질의 처리에 직접적으로 관련 있는 데이터만을 수신함으로써 빠른 질의 처리를 통해 접근지연시간을 감소시킨다. 제안하는 기법의 접근지연시간이 기존 기법에 비해 최대 약 89% 감소하는 것을 확인하였다.

기존의 기법의 경우 전체 영역에 존재하는 객체들을 대상으로 서비스가 이루어지기 때문에 전체 영역의 데이터를 브로드캐스팅해야 각 객체들은 원하는 데이터를 수신할 수 있다. 하지만 이러한 형태는 지리적으로 자신과 전혀 연관이 없는 데이터까지 다뤄야 하기 때문에 객체들은 비효율적인 처리가 발생할 수 밖에 없다. 하지만 제안하는 기법은 센서 네트워크를 이용하여 지리적으로 인접한 노드들 간의 클러스터를 구축하여 해당 영역의 데이터만을 브로드캐스팅한다. 때문에 각 영역에 포함된 객체들은 해당 영역의 데이터만을 대상으로 수신이 이루어지므로 기존 방식보다 높은 수준의 처리 효율을 보인다. 성능평가 결과 튜닝 타임, 접근 지연 시간 모두 향상되었다.

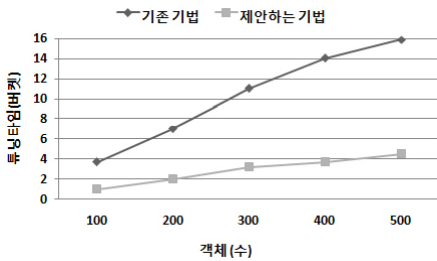


그림 7. 데이터 수에 따른 튜닝 타임

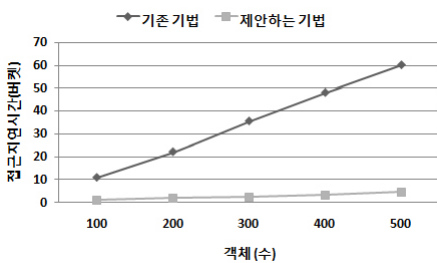


그림 8. 데이터 수에 따른 접근 지연시간

## V. 결론

본 논문에서는 도로 네트워크에서의 브로드캐스팅의 문제점을 해결하기 위해 센서 네트워크를 이용한 데이터 분산 브로드캐스팅 기법을 제안하였다. 대용량의 정보를 전송하여 과도한 에너지 소모와 정보 획득 시간의 지연 문제가 발생하던 기존의 브로드캐스팅 기법과 달리 제안하는 기법에서는 센서 네트워크를 이용한 단일 도로 세그먼트 단위로 데이터를 분산 브로드캐스팅을 수행하면서 기존 기법의 문제를 해결하였다. 성능평가 결과, 기존 기법에 비해 튜닝타임이 최대 72% 감소하였고, 접근 지연 시간은 최대 89% 확인하였다. 향후 연구는 본 기법에 최적화 된 새로운 인덱스 구조를 제안하는 것이다.

## 참고 문헌

[1] Zheng, B, Lun Lee, D, "Information Dissemination via Wireless Broadcast," ACM Trans. Comm.,

Vol.48, No.5, pp.105-110, 2005.

[2] Y. Yao, X. Tang, E. Lim, and A. Sun, "An Energy-Efficient and Access Latency Optimized Indexing Scheme for Wireless Data Broadcast," IEEE Trans. Knowledge and Data Eng., Vol.18, No.8, pp.1111-1124, 2006(8).

[3] T. Imielinski, S. Viswanathan, and B. Badrinath, "Data on Air: Organization and Access," IEEE Trans. Knowledge and Data Eng., Vol.9, No.3, pp.353-372, May. 1997.

[4] J. Xu, W. Lee, X. Tang, Q. Gao, and S. Li, "An Error-Resilient and Tunable Distributed Indexing Scheme for Wireless Data Broadcast," IEEE Trans. Knowledge and Data Eng., Vol.18, No.3, pp.392-404, 2006.

[5] J. Xu, W. Lee, and X. Tang, "Exponential Index: A Parameterized Distributed Indexing Scheme for Data on Air," In Proc. of the ACM/USENIX MobiSys, pp.153-164, 2004(6).

[6] Ku, W.-S., Zimmermann, R., Wang, H., "Location -Based Spatial Query Processing in Wireless Broadcast Environments," IEEE Trans. Mobile Computing, Vol.7, No.6, pp.778-792, 2008.

[7] R. Szcwcyk, A. Mainwaring, J. Polastre, J. Anderson, and D. Culler, "An analysis of a large scale habitat monitoring application", In Proc. of the 2nd International Conference on Embedded Networked Sensor Systems, pp.214-226, 2004.

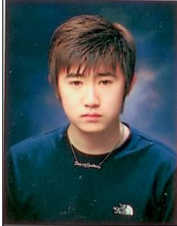
[8] W. R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks," In Proc. of the Hawaii International Conference on System Sciences, pp.3005-3014, 2000(1).

[9] O. Younis and S. Fahmy, "Distributed clustering in adhoc sensor networks: A hybrid, energy-efficient approach," In Proc. of the IEEE INFOCOM, pp.366-379, 2004(3).

저자 소개

장 용 진(Yongjin Jang)

정회원

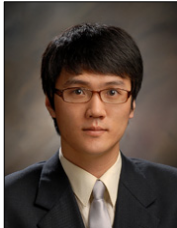


- 2009년 2월 : 한밭대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 석사과정

<관심분야> : DB 시스템, 센서 네트워크, 저장시스템, 파일시스템

이 진 주(JinJu Lee)

준회원



- 2009년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 석사과정

<관심분야> : 시공간 데이터베이스 시스템, 이동 객체, 무선 센서 네트워크

박 준 호(JunHo Park)

정회원



- 2008년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2010년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> : 데이터베이스시스템, 센서 네트워크 및 RFID 시스템, 차세대웹

성 동 옥(DongOok Seong)

정회원



- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2007년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> : 무선 센서 네트워크, 데이터베이스 시스템, Flash Memory 저장 시스템, LCMS/LMS, 위치 기반 서비스

유 재 수(Jaesoo Yoo)

종신회원



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

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

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

<관심분야> : 데이터베이스시스템 정보검색 센서네트워크 및 RFID, 멀티미디어데이터베이스, 분산객체 컴퓨팅