

무선방송환경에서 클라이언트의 공간질의 수를 고려한 효율적인 데이터 스케줄링[☆]

Efficient Data Scheduling considering number of Spatial query of Client in Wireless Broadcast Environments

송 두 희¹ 박 광 진^{1*}
Doohee Song Kwangiin Park

요 약

무선방송환경에서 서버가 클라이언트에게 데이터를 전송하는 방식은 다음과 같다. 서버는 클라이언트들이 원하는 데이터 정보를 정리하고, 데이터를 방송주기에 1차원 배열 형태로 전송한다. 클라이언트는 서버에게 전송받은 데이터를 청취하고 필요한 결과 값을 사용자에게 반환한다. 최근 위치기반 서비스를 이용하는 사용자가 증가하고 객체 수의 증가 및 데이터가 대용량으로 변화되고 있다. 무선방송환경에서 대용량 데이터는 클라이언트의 질의처리시간을 증가시킬 수 있다. 따라서 우리는 무선방송환경에서 주어진 데이터를 효율적으로 스케줄링할 수 있는 클라이언트 기반의 데이터 스케줄링 (Client based Data Scheduling; CDS)을 제안한다. CDS는 맵을 분할하고 분할된 그리드 내에 객체 수 및 객체의 데이터 크기를 고려하여 각 그리드마다 객체들의 총 데이터 크기의 합을 계산한다. 각 그리드 (영역)별 객체들의 총 데이터 크기와 클라이언트 수를 고려한 hot-cold 기법을 적용하여 데이터를 스케줄링 한다. 실험을 통하여 CDS가 기존의 기법보다 클라이언트들의 평균 질의처리시간을 줄이는 것을 확인한다.

☞ 주제어 : 무선방송, 공간질의, 데이터 스케줄링, 대용량 데이터, 위치기반 서비스

ABSTRACT

How to transfer spatial data from server to client in wireless broadcasting environment is shown as following: A server arranges data information that client wants and transfers data by one-dimensional array for broadcasting cycle. Client listens data transferred by the server and returns resulted value only to server. Recently number of users using location-based services is increasing alongside number of objects, and data volume is changing into large amount. Large volume of data in wireless broadcasting environment may increase query time of client. Therefore, we propose Client based Data Scheduling (CDS) for efficient data scheduling in wireless broadcasting environment. CDS divides map and then calculates total sum of objects for each grid by considering number of objects and data size within divided grids. It carries out data scheduling by applying hot-cold method considering total data size of objects for each grid and number of client. It's proved that CDS reduces average query processing time for client compared to existing method.

☞ keyword : wireless broadcasting, spatial query, data scheduling, large volume of data, location based service

1. 서 론

최근 무선방송환경은 데이터 전송속도의 향상과 서버, 클라이언트의 하드웨어 측면이 향상되면서 대용량 데이터에 관련된 질의 내용이 증가하고 있다 [1-3]. 다수의 클라이언트들이 데이터를 다운받거나 새로운 데이터를 업

로드함으로써 인해 우리 주변에는 규모를 가늠할 수 없을 정도로 많은 데이터가 생성되고 있다. 예를 들면, UCC를 비롯한 동영상 콘텐츠, Social Network Service (SNS)에서 생성되는 문자, 그림파일, 동영상 등 다양한 형태의 데이터들이 생성되고 있다. 또한 스마트폰의 계산 능력이 업그레이드 되면서 파워와 처리속도가 향상되고 있다. 이와 관련하여 최근에는 스마트폰이 서버의 역할을 수행하는 Peer-to-Peer (P2P) 네트워크 연구들이 활발히 진행되고 있다 [4, 5]. 특히, 스마트폰에 Global Positioning System (GPS)가 내장되어 있기 때문에 클라이언트는 더욱 정밀한 위치기반서비스 (Location based Service; LBS)를 제공할 수 있게 되었다 [6-10].

1 Information Communication Engineering Wonkwang University, Iksan-shi, (570-749), Republic of Korea

* Corresponding author (kjpark@wku.ac.kr)

[Received 25 November 2013, Reviewed 4 December 2013, Accepted 8 January 2014]

☆ 이 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (2013R1A1A1004593).

서버가 무선 기술을 통해 클라이언트에게 정보를 전송하는 방식은 크게 요구기반 방식과 무선 방송 방식으로 분류된다. 요구기반 방식은 서버와 클라이언트간의 업링크와 다운링크가 둘 다 가능한 1대 1 전송 방식이다. 과거 요구기반 환경에서 클라이언트의 질의 요청 수가 증가하면 서버의 통신 부하가 자주 발생하였으나, 현재 하드웨어 측면이 개선되면서 서버의 질의처리 작업이 수월해지고 있다 [11]. 그러나 스포츠 경기장 같이 밀집된 공간에서 클라이언트들의 질의 요청이 폭주할 경우 서버의 병목현상 (bottleneck)이 발생하게 된다. 따라서 클라이언트가 요청한 질의의 결과를 얻는데 소요되는 시간이 수 분에서 길게는 수 시간까지 기다려야 질의 결과를 얻을 수도 있다. 우리는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 무선방송환경을 이용한 공간질의처리를 실시한다.

무선방송은 서버가 클라이언트들에게 정보를 다운로드하는 1대 다 전송방식이다. 무선방송의 특징은 서버 통신 반경 내에 존재하는 불특정 다수의 공통 이슈 (e.g., 올림픽 경기 중계, 날씨 등)를 기반으로 질의를 요청할 경우 이를 효과적으로 처리할 수 있는 확장성 (Scalability)을 가지고 있다. 따라서 서버는 클라이언트의 질의 요청수와 상관없이 일정한 시간 내 (서버가 전송한 전체 방송 주기에서 질의결과를 얻는데 까지 걸리는 시간)에 모든 클라이언트들에게 질의결과를 전송할 수 있으며, 클라이언트는 전체 방송주기 중에서 질의한 결과 데이터를 선별적으로 청취할 수 있다 [12-15].

우리는 무선방송환경에서 기존 기법의 문제점을 지적하고 이를 보완할 수 있는 새로운 데이터 스케줄링기법을 제안한다. 기존의 연구들은 맵에 분할한 공간 채움 곡선 순서 [16]에 따라 데이터를 전송하였다 [12, 15]. 그러나 대용량 데이터 환경을 고려할 경우 데이터 배치에 따라 클라이언트의 평균 질의처리시간이 달라질 수 있다. 따라서 우리는 객체 수와 객체의 데이터 크기를 통해 각 영역별 총 데이터 크기를 계산하고, 그리드 영역 내에 존재하는 클라이언트 수를 고려하여 hot-cold [17, 18] 기법을 점목시킨 클라이언트 기반 데이터 스케줄링 (Client based Data Scheduling; CDS)을 제안한다.

이 논문을 쓰게 된 동기는 다음과 같다. 일반적으로 무선 방송에서 클라이언트가 공간 질의를 요청할 경우 클라이언트를 중심으로 가까이 존재하는 객체 (식당, 택시 등)들을 검색한다. 이러한 질의처리 방식은 k nearest neighbor (k NN) 질의나 범위질의 등이 존재한다. 예를 들면, 맵을 그리드 영역 1과 2로 이등분 한 상태에서 영역 1과 2의 객체 수 및 객체의 데이터 크기가 동일하다고 가

정한다. 이 때, 영역 1 내에는 클라이언트가 10명 존재하고, 영역 2 내에는 클라이언트가 100명 존재한다면, 영역 2에 있는 데이터를 먼저 전송할 때 클라이언트들의 총 평균질의처리시간이 감소하게 된다. 이에 대한 자세한 내용은 3장에서 설명된다.

본 논문의 주요 기여는 다음과 같다.

- 객체의 데이터 크기순서에 따라 데이터를 전송함으로써 클라이언트들의 총 질의처리시간을 감소시켰다.
- 영역별 클라이언트의 수를 고려하고, hot-cold 기법을 적용함으로써 클라이언트의 평균 질의처리시간을 감소시켰다.
- 실험결과를 통하여 기존 기법보다 제안기법이 우수함을 증명하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서 관련연구를 소개하며, 3장에서는 제안기법의 시스템 모델 및 데이터 스케줄링에 대해 설명한다. 4장에서 실험을 실시한 후 5장에서 결론을 내린다.

2. 관련연구

2.1 무선방송환경에서 공간질의처리

무선방송환경에서 Distributed spatial index (DSI)는 데이터 사이마다 다음 전달될 부분적인 데이터 포인터를 저장한다. DSI는 색인 크기를 줄임으로 인해 접근시간을 줄이는 것과 대기시간을 줄이는 장점을 가진다 [12]. 방송주기 내에 DSI는 다음에 오는 데이터의 정보를 지수적으로 (2^n) 확인할 수 있다. 그러나 색인이 지수적 증가할 경우 확인되지 않는 데이터가 발생한다. 따라서 건너 뛴 데이터를 확인하기 위하여 중복된 색인 청취가 발생할 수 있으며, 만약 청취시간을 줄이고자 할 경우 접근시간이 증가하는 단점을 가진다. 이후 이러한 단점을 보완하고자 Hierarchical bitmap-based spatial index (HBI)가 제안되었다 [14]. HBI는 맵을 분할하고 각 그리드를 힐버트 커브 순서에 따라 번호를 할당한다. 분할된 그리드 내에 존재하는 객체 유무에 따라 비트 (객체 무: 0, 객체 유: 1)를 넣은 후 전체 비트를 연결한 비트맵을 구성한다. HBI는 색인의 크기를 줄이면서 선택적인 청취가 가능하도록 제안된 기법이다. 그러나 HBI는 객체의 이동경로를 확인할 수 없다는 단점을 가진다. Index for spatial queries in wireless broadcast environment (ISW)는 무선 방송 환경에

서 도로 네트워크를 기반으로 스냅샷 (snapshot)에서 공간 질의 처리를 효과적으로 지원하는 기법이다 [15]. ISW는 범위질의, kNN 질의, Reverse nearest neighbor (RNN) 질의 처리를 지원할 수 있다. 그러나 여전히 무선 방송환경에서 이동객체를 고려한 질의처리에 대한 연구가 부족한 실정이다.

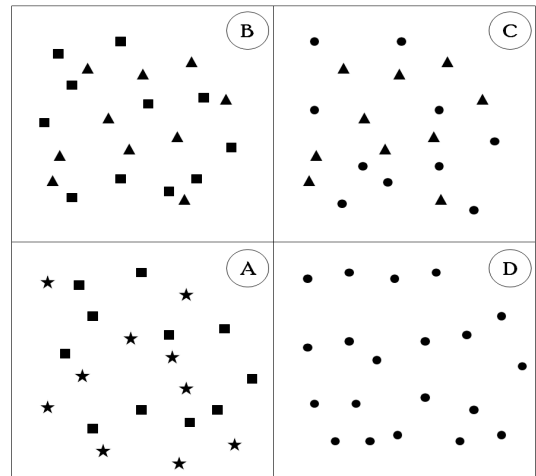
2.2 데이터 스케줄링 기법

방송 스케줄링 기법은 앞에서 언급한 것처럼 두 가지로 분류된다. 첫 번째, 서버가 주기적으로 데이터를 전송하는 방식과 클라이언트의 요구에 의해 데이터를 전송하는 방식으로 나뉜다. 최근 들어 혼합형 스케줄링 방식도 다양하게 제안되고 있다 [18-20]. [18]은 클라이언트가 요구한 정보를 요청 큐 (queue)에 요청 대기 메시지로 저장한다. 그리고 나서 서버는 클라이언트들에게 일괄적으로 데이터를 전송하면, 요청 큐에 있는 요청 대기 메시지는 삭제되는 방식이다. 이 기법은 핫아이템 집합과 콜드아이템 집합을 통하여 최적의 컷오프 포인트를 얻는 방법을 제안한다. 그러나 이 기법은 아이템의 데이터를 고정하여 실험을 실시하였으며, 공간을 고려하지 않는다. [20]은 다중 무선 방송채널에서 kNN 질의 처리를 위한 R-tree [21] 스케줄링 기법이다. R-tree based Channel Allocation using Euclid Distance (RCAED)는 R-tree 색인을 통해 노드간의 접근 충돌을 최소화하기 위한 기법으로 각 타임슬롯에서 충돌가능성이 적은 색인 노드들을 동일한 타임슬롯에 우선 할당하는 방식이다. 이 기법은 공간을 고려하였으나, 클라이언트가 원하는 정보에 대한 효율적인 데이터 배치를 고려하지 않았다. 우리는 위에서 언급한 문제점들을 개선할 수 있는 기법을 제안하고자 한다.

3. 제안 기법

3.1 시스템 모델

(그림 1)은 전체 맵을 4등분으로 나뉜 그리드 내에 존재하는 객체의 수 및 데이터 크기를 보여주고 있다. 무선방송환경에서 기존 기법은 맵의 힐버트 커브 곡선 순서에 따라 A→B→C→D로 객체에 대한 공간데이터를 방송주기에 배치한다. (그림 1)과 같이 그리드 A부터 D까지 객체의 수는 20개로 동일하며 객체의 크기만 다르게 가정한다 (●: 128bytes, ▲: 256bytes, ■: 512bytes, ★: 1024bytes). 그리드 A에 존재하는 객체의 데이터 총합은 15360bytes이다. 그리드 B 영역에 객체의 데이터 총합은



(그림 1) 분할된 맵의 그리드 내에 삽입된 객체 수 및 데이터 크기

(Figure 1) Inserted objects's number and data size in grid of divided map

7680bytes, 그리드 C 영역에 객체의 데이터 총합은 6400bytes, 그리드 D 영역에서 객체의 데이터 총합은 2560bytes임을 확인할 수 있다. 만약 각 그리드마다 클라이언트 수가 10명이고, 데이터 전송속도가 1Kbyte/sec라고 가정한다면, A→B→C→D 순으로 데이터를 청취하는 것보다 총 데이터 크기가 작은 D→C→B→A 순으로 데이터를 청취할 때 클라이언트의 총 질의처리시간 (모든 클라이언트가 질의 결과를 얻는 시간)이 줄어든다. 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\{[gc_1/d_1]+[gc_2/d_1+(\tau_1)]+\dots+[gc_n/d_1(\tau_1+\tau_2+\dots+\tau_{n-1})]\} = \text{총 질의처리시간} \text{-----}(1)$$

gc_n 은 각 그리드 내에 존재하는 객체들의 데이터 총합을 나타내며, d_1 는 데이터 전송속도, τ_n 은 클라이언트의 청취 시간 ($\tau_1=gc_1/d_1$)을 나타낸다. 식 (1)을 기반으로 A에서 D 순으로 데이터를 청취할 경우 총 질의처리시간은 다음과 같다.

$$[(15360/1000)+(7680/1000+(15.36))+(6400/1000+(15.36+6.8))+(2560/1000+(15.36+7.68+6.4))] = 99.8\text{초}$$

반면에 D에서 A 순으로 데이터를 청취할 경우 총 질의처리시간은 다음과 같다.

$$[(2560/1000)+(6400/1000+(2.56))+(7680/1000+(2.56+6.4))+(15360/1000+(2.56+6.4+7.68))] = 60.1\text{초}$$

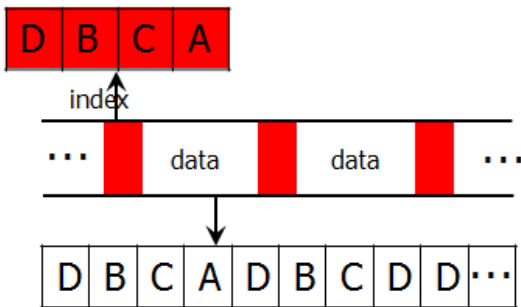
식 (1)은 클라이언트 수가 동일하다는 가정 하에 총 질의처리시간으로 나타낸 식이며, 클라이언트의 수가 서로 다를 경우 클라이언트의 평균질의처리시간 (하나의 클라이언트가 질의 결과를 얻는 시간)은 식 (2)와 같다.

$$(1/2 \cdot \tau_n \times (CR_n)) / CR_N = \text{평균 질의처리시간} \text{-----}(2)$$

CR_n 은 영역별 클라이언트 수, CR_N 은 맵 전체에 존재하는 총 클라이언트 수를 나타낸다.

3.2 클라이언트 기반 데이터 스케줄링 (CDS)

이처럼, 데이터 스케줄링 배치 순서에 따라 클라이언트가 질의처리시간이 달라지는 것을 확인할 수 있다. 그러나 서버에서 전송되는 방송주기를 클라이언트는 처음부터 청취할 수 있는 확률은 적다. 따라서 우리는 식 (1)을 통해 얻어진 결과를 토대로 실제 무선방송 환경에 적합한 CDS 배치구조를 소개한다. (그림 2)에서 A, B, C, D는 영역별 이름을 나타내며, 각 영역별 내에 객체의 정보를 포함하고 있다. 빨간색으로 표시된 것은 색인으로 데이터의 위치를 확인할 수 있는 시간 정보를 제공한다.



(그림 2) CDS 배치구조

(Figure 2) CDS arrangement structure

(그림 2)는 (그림 1)을 토대로 만들어진 CDS 배치구조의 예를 보여준다. 먼저, 색인을 통해 데이터의 위치와 도착시간 및 클라이언트가 원하는 영역의 데이터를 확인한다. 마지막으로 영역 내에 존재하는 객체의 정보를 청취한다.

방송주기에 삽입될 데이터의 배치 비율 수식은 다음과 같다.

$$(g_{C_n}' / g_{C_N}) \times (CR_n / CR_N) \times 100\% = \text{영역별 데이터 배치 비율(백분율)} \text{-----}(3)$$

g_{C_n}' 는 영역별 가장 큰 데이터 합과 가장 작은 데이터의 합을 바꿔주는 것이다. g_{C_N} 은 전체 맵 내에 존재하는 객체들의 총 데이터 합이다. 예를 들면, g_{C_n}' 은 (그림 1)에서 A와 D의 영역별 데이터 총 합을 바꿔주고, B와 C의 영역별 데이터 총합을 바꿔주면 된다. (그림 1)을 식 (3)에 대입할 경우 데이터 배치 비율은 8%, 20%, 24%, 48%로 분류된다. CDS는 방송주기의 배열 수에 따라 데이터 배치 비율에 맞도록 데이터를 삽입한다. 이처럼 전체 맵을 다수로 분할한 경우에도 식 (3)을 이용하여 각 영역별 데이터 배치 비율을 통해 스케줄링 할 수 있다.

알고리즘 1. 클라이언트 기반 데이터 스케줄링 (CDS)

input: 전체 맵, 객체, 클라이언트, 분할된 그리드, 배열수
 output: CDS
 01: 전체 맵을 분할한 그리드 확인
 02: 분할된 영역별 객체 수 및 클라이언트 수 확인
 03: 영역별 객체의 총 데이터 합 내림차순으로 정렬
 04: 정렬된 영역별 객체의 총 데이터에 영역별 클라이언트 수를 곱함
 05: 영역별 데이터 배치 비율을 계산
 06: 방송주기의 전체 배열 수를 확인하고 영역별 데이터 배치 비율에 맞도록 데이터 삽입
 07: CDS 출력

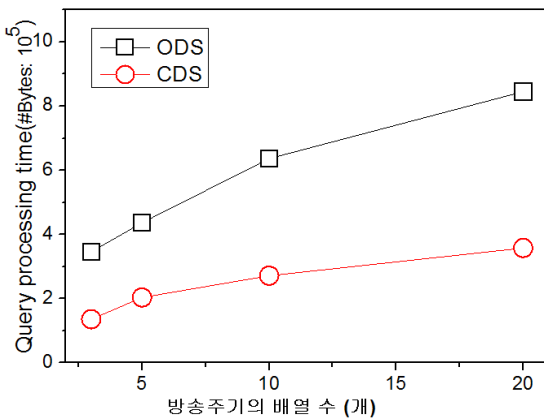
4. 실험 결과

모든 실험은 PC 2.9Ghz CPU와 4GB 메인 메모리의 컴퓨터를 사용하고 알고리즘은 C++로 실행하였다. (표 1)은 성능평가를 위한 기본적인 파라미터 설정 값이다.

실험환경은 단일 서버가 무선 방송한다고 가정한다. 전체 맵을 10×10으로 분할하고, 객체와 클라이언트는 맵에 랜덤하게 배치되며 객체의 데이터 크기 또한 랜덤으로 할당된다. 질의를 요청하는 클라이언트의 수는 1000명 중 10%, 20%, 30%, 50%만 질의를 요청한다고 가정하였으며, 방송주기의 기본 배열 수는 객체 수는 3배로 가정한다. 클라이언트가 요청한 질의 종류는 범위질의이며, 클라이언트는 자신이 소속된 영역 내에서 범위를 설정한

(표 1) 실험 데이터 설정 값
(Table 1) Experimental data set value

파라미터	설정 값
객체 수 (개)	10,000
객체의 데이터크기(bytes)	128, 256, 512, 1024 (랜덤)
클라이언트 수 (명)	10,000
배열 수 (배)	전체 객체수의 3, 5, 10, 20
질의요청 수 (%)	클라이언트 수의 10, 20, 30, 50
분할된 그리드 (영역)	10×10



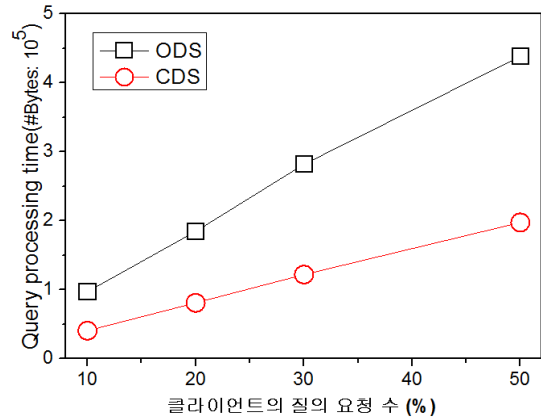
(그림 3) 배열 수에 따른 평균질의처리시간

(Figure 3) Query processing time based on number of array

다. 클라이언트의 질의요청 시작시간은 첫 번째 방송주기 내에서 랜덤하다. 비교 대상은 기존의 공간 채움 곡선 순서에 따라 정렬된 데이터 스케줄링 (Origin Data Scheduling; ODS)과 객체 및 클라이언트를 고려한 데이터 스케줄링 (Client based Data Scheduling; CDS)이다.

(그림 3)은 방송주기에 삽입되는 배열 수가 증가할수록 CDS의 평균질의처리시간이 향상된 것을 보여준다. 실험환경의 클라이언트 수는 10000명으로 설정하였으며, 배열 수는 전체 맵 내에 존재하는 객체 수의 3, 5, 10, 20 배로 설정하였다. 배열 수가 증가할수록 CDS의 그래프가 향상된 이유는 클라이언트가 데이터를 청취할 때 ODS의 청취보다 CDS의 청취가 효과적이기 때문이다. CDS는 ODS의 전체 평균 질의처리시간보다 약 57.3% 향상된 것을 확인할 수 있다.

(그림 4)는 영역별 클라이언트의 질의 요청 비율에 따른 평균질의처리시간을 측정된 결과를 보여준다. 실험환



(그림 4) 영역별 클라이언트의 질의 요청 비율에 따른 평균질의 처리시간

(Figure 4) Query processing time for ratio of query from client for each area

경의 배열 수는 30000개로 설정한다. 이때, 모든 클라이언트들(10000명) 중에서 각 영역마다 질의를 요청하는 비율을 10, 20, 30, 50% 변경하여 평균 질의처리시간을 측정한다. 측정 결과 CDS는 ODS보다 평균질의처리시간이 약 38.5% 향상되는 것을 확인하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 기존의 데이터 스케줄링의 문제점을 지적하고 공간 질의처리에 적용 가능한 CDS를 제안하였다. CDS는 무선방송환경에서 공간 질의를 지원하는 효율적인 데이터 스케줄링 기법이다. 최근 객체 수의 증가와 데이터가 대용량으로 변하면서 데이터 스케줄링에 대한 관심이 증가하였다. 특히 기존 연구자들은 대용량 데이터를 효율적으로 스케줄링하기 위한 기법들을 제안하였다. 우리는 객체의 데이터 크기를 고려할 뿐만 아니라 클라이언트의 질의 요청 수 또한 고려함으로써 클라이언트들의 평균 질의처리시간을 줄일 수 있었다.

향후에는 CDS를 다양한 질의 처리에 적용한 실험을 실시 할 예정이다.

참 고 문 헌(References)

[1] S. Hong, Y. Sin, J. Jang, "Optimization and Performance Analysis of Cloud Computing Platform

- for Distributed Processing of Big Data”, Korea Spatial Information Society, vol. 19, no. 4, pp 55-71, 2011.
- [2] H. Jang, J. Chung, G. Diana, S. Jung, “The grid-based distributed indexing on scalable spatial data”, Korea Spatial Information Society, vol. 38, no. 1, pp. 29-32, 2011.
- [3] J. Choi, H. Lee, Y. Park, “Representation of User Preferred Route Model for Large-scale GPS Data Analysis”, Korean Institute of Information Scientists and Engineers, vol. 39, no. 4, pp. 315-327, 2012.
- [4] I. Son, H. Li, Y. Park, K. Bok, J. Yoo, “A Location based Routing Method Considering Connectivities and Directionalities in Mobile P2P Environments”, Korean Institute of Information Scientists and Engineers, vol. 39, no. 2, pp 170-172, 2012.
- [5] C. Chow, F. Mohamed, and L. Hong, “On Efficient and Scalable Support of Continuous Queries in Mobile Peer-to-peer Environments”, IEEE Transactions on Mobile Computing, vol.10, no.10, pp.1473-1487, 2011.
- [6] J. Zheng, M. Zhu, and D. Papadias, “Location-based Spatial Queries”, In Proc. Int Conf. of Special Interest Group on Management Of Data, pp. 443-454, 2003.
- [7] P. Bellavista, A. Kupper, and S. Helal, “Location-based Services: Back to the Future”, IEEE Pervasive Computing vol. 7, no. 2, pp. 85-89, 2008.
- [8] D. Kim, E. Jang, S. Park, S. Lee, “Technical Trend of Location-Based Service”, Korea Communications Agency, vol. 2 no. 2, pp. 2-24, 2013.
- [9] J. Yoo, “Technical and Services Development Trend of Indoor Location Based Services”, National IT Industry Promotion Agency, pp. 14-26, 2013.
- [10] C. Park, “ Services Trend of Location Information and Change of Paradigm”, Korea Internet & Security Agency, pp. 24-40, 2013.
- [11] H. Hong, “Mobile Internet using Trend and Mobile Search on demand based Search Technique research way”, Korean Institute of Communications and Information Sciences, vol. 26, no. 4 pp. 26-30, 2009.
- [12] B. Zheng, W. -C. Lee, Ken C. K. Lee, D. L. Lee, and M. Shao, “A Distributed spatial index for Error-Prone wireless Data broadcast”, Very Large Data Bases Journal, vol. 18, no. 4, pp. 959-986, 2009.
- [13] K. Park, H. Choo, and V. Patrick, “A scalable energy-efficient continuous nearest neighbor search in wireless broadcast systems”, Wireless Networks vol. 16, no. 4, pp. 1011-1031, 2010.
- [14] D. Song, K. Park, “A Hierarchical Bitmap-based Spatial Index use k-Nearest Neighbor Query Processing on the Wireless Broadcast Environment”, Korea Society of Computer Information, vol. 17, no. 1, pp. 203-209, 2012.
- [15] C. Gotsman and M. Lindenbaum. “On the Metric Properties of Discrete Space-Filling Curves,” IEEE Transactions on Image Processing, vol. 5, no. 5, pp. 794 - 797, May, 1996.
- [16] Y. Wang, C. Xu, Y. Gu, M. Chen and G. Yu, “Spatial query processing in road networks for wireless data broadcast”, Wireless Networks, vol. 19, no. 4, pp 477-494, 2013.
- [17] J. J. Levandoski, P-A Larson and R. Stoica, “Identifying Hot and Cold Data in Main-Memory Databases”, IEEE International Conference on Data Engineering, pp. 26-37, 2013.
- [18] S. Kang, “A Study on Efficient Cut-off Point between Hot and Cold Items for Data Broadcast Scheduling”, Korean Society of Broadcast Engineers vol. 15, no. 6, pp. 845-852 , 2010.
- [19] H. Lim, S. Jung, “A Heterogeneous Data Broadcast Scheduling Scheme over Multiple Wireless Broadcast Channels”, Korean Institute of Information Scientists and Engineers, vol. 38, no. 4, pp.257-262, 2011.
- [20] K. Sin, S. Jung, “An R-tree Scheduling Method for kNN Query Processing in Multiple Wireless Broadcast Channels”, Korean Institute of Information Scientists and Engineers, vol. 38, no. 3, pp. 194-199, 2011.
- [21] A. Guttman, “R-Trees: A Dynamic Index Structure for Spatial Searching.” In Proc. of Special Interest Group on Management Of Data, vol. 14, no. 2, pp. 47-57, 1984.

● 저 자 소개 ●

송 두 희



2010년 원광대학교 정보통신공학과 학사
2012년 원광대학교 대학원 정보통신공학과 석사(공학 석사)
2012년~현재 원광대학교 대학원 정보통신공학과 박사(공학 박사)
관심분야 : 데이터베이스, 위치기반서비스, 공간질의처리
E-mail : songdohee@naver.com

박 광 진



2000년 고려대학교 컴퓨터학과 학사
2002년 고려대학교 대학원 컴퓨터학과 석사(이학 석사)
2006년 고려대학교 대학원 컴퓨터학과 박사(이학 박사)
2006년~2007년 프랑스 국립컴퓨터과학연구소(INRIA) 박사 후 연구원
2008년~현재 원광대학교 정보통신공학과 교수
관심분야 : 데이터베이스, 분산컴퓨팅
E-mail : kjpark@wku.ac.kr