

# 위치기반 서비스에서 개인 정보 보호를 위한 K-anonymity 및 L-diversity를 지원하는 그리드 기반 Cloaking 기법 (Grid-Based Cloaking Method supporting K-anonymity and L-diversity for Privacy Protection in Location-Based Services)

김지희<sup>†</sup>      장재우<sup>\*\*</sup>  
(Ji-Hee Kim)      (Jae-Woo Chang)

**요약** 위치기반 서비스(Location-Based Service)에서 개인정보 보호를 위해 사용자의 정확한 위치 정보를 숨기는 기법이 요구된다. 이를 위해 본 논문에서는 K-anonymity 및 L-diversity를 고려한 그리드 기반 cloaking 기법을 제안한다. 이 기법은 먼저 사용자가 요구하는 L개의 건물을 탐색하는 L-diversity를 수행한 후, K명의 사용자를 탐색하는 K-anonymity를 수행하여 최소한의 넓이를 가지는 cloaking 영역을 생성한다. 특히 cloaking 영역의 빠른 생성을 위해 효과적인 가지치기 방법을 사용한다. 마지막으로 성능평가를 통해, 본 논문에서 제안하는 cloaking 기법이 cloaking 영역 크기에 따른 질의 처리 시간 측면에서 기존의 연구보다 우수함을 보인다.

**키워드** : cloaking 기법, 개인정보보호, 위치기반 서비스

· 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2009-0059417)

· 이 논문은 제35회 추계학술대회에서 '위치기반 서비스에서 개인 정보 보호를 위한 K-anonymity 및 L-diversity를 지원하는 그리드 기반 Cloaking 기법'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

<sup>†</sup> 학생회원 : 전북대학교 컴퓨터공학과  
gkim@chonbuk.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 종신회원 : 전북대학교 컴퓨터공학과 교수  
jwchang@chonbuk.ac.kr  
(Corresponding author im)

논문접수 : 2009년 1월 19일

심사완료 : 2009년 6월 1일

Copyright©2009 한국정보과학회: 개인 목적이거나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제15권 제8호(2009.8)

**Abstract** In Location-Based Service (LBS), a scheme to hide the exact locations of users is required for privacy protection. In this paper, we propose a grid-based cloaking method considering K-anonymity and L-diversity. For this, our method creates a minimum cloaking region by finding L number of buildings (L-diversity) and then finding number of users (K-anonymity). Especially, we use an effective filtering method for generating the minimum cloaking region in a fast way. Finally, we show from a performance analysis that our cloaking method outperforms the existing method, in terms of query processing time based on the size of cloaking regions.

**Key words** : Cloaking method, Privacy protection, Location-based services

## 1. 서론

위치기반 서비스(Location-Based Service:LBS)에서 서비스를 요청하는 사용자가 자신의 정확한 위치 정보를 데이터베이스 서버로 보내기 때문에, 사용자의 개인 정보가 노출될 수 있는 취약성을 지니고 있다[1]. 전송된 위치 정보를 통해 상대방(adversary)이 서비스 이용자들의 생활스타일, 질병 정보, 종교 등의 개인 정보를 획득할 수 있기 때문이다[2]. 따라서 모바일 사용자의 안전하고 편리한 위치기반 서비스 사용을 위한 개인 정보 보호 방법이 요구된다.

이러한 개인 정보 보호 방법의 연구 중에는 cloaking 기법을 활용한 연구가 존재한다[1,3-5]. Cloaking 기법이란, 사용자가 데이터베이스 서버에 질의(서비스)를 요청할 때, 사용자의 좌표정보가 아닌 K-anonymity를 만족하면서 최소한의 넓이를 가지는 질의 영역(이하 cloaking 영역)을 생성하여 보내는 것을 말한다. 여기서 K-anonymity는 cloaking 영역에 질의를 요청한 사용자와 그 사용자와 구별되지 않는 K-1명의 다른 사용자의 위치 정보를 포함하는 것이다. 그러나 K-anonymity만을 만족하는 cloaking 기법은 병원, 마트 등과 같이 한 건물 내에 cloaking 영역이 생성될 경우, 쉽게 사용자의 위치 추정이 가능하다는 문제점을 지니고 있다. 따라서 K-anonymity를 만족하면서 동시에 L-diversity를 만족하는 cloaking 영역을 생성하여 질의를 요청한 사용자의 위치 정보 노출 확률을 최소화시켜야 한다. 여기서 L-diversity란 cloaking 영역 내에 L개의 다른 장소(우편물이 배달될 수 있는 주소지 기준)를 포함하는 것을 말한다. 현재 cloaking 기법에 L-diversity를 적용시킨 기존 연구로는 B. Bamba와 L. Liu의 연구[1] 및 김지희 등의 연구[5]가 존재한다. B. Bamba와 L. Liu의 연구는 그리드 기반의 cloaking 영역 생성 방식을 최초로 사용하였지만, L-diversity의 특성을 충분히 고려하지 못하

여 cloaking 영역의 넓이가 증가하는 문제점을 가지고 있다. 한편 김지희 등의 연구는 B. Bamba와 L. Liu의 연구에서 cloaking 영역의 넓이가 증가하는 문제점을 해결하기 위해 제안되었다. 그러나 2개의 R-tree를 사용함에 따라, cloaking 영역 생성 시간이 매우 느려지는 단점을 지니고 있다. 따라서 본 논문에서는 위치기반 서비스에서 사용자의 위치 정보를 보호하기 위한 그리드 기반 cloaking 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 먼저 사용자가 요구하는 L개의 건물을 탐색하는 L-diversity를 수행한 뒤, K명의 사용자를 탐색하는 K-anonymity를 수행하여 최소한의 넓이를 가지는 cloaking 영역을 생성한다. 특히, cloaking 영역 생성 시간을 빠르게 하기 위해, 그리드에 기반한 효과적인 가지치기 방법을 사용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 cloaking 기법을 소개한다. 3장에서는 기존 연구의 문제점을 개선한 그리드 기반 cloaking 기법을 제안한다. 4장에서는 제안한 기법의 성능비교를 수행한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후연구에 대해 기술한다.

## 2. 관련연구

K-anonymity 및 L-diversity를 고려한 연구로는 B. Bamba와 L. Liu의 연구[1]와 김지희등의 연구[5]가 있다. 첫째, B. Bamba와 L. Liu의 연구에서는 K-anonymity와 L-diversity를 동시에 고려한 cloaking 기법인 Privacy Grid를 제안하였다. 각 그리드 셀은 셀 내에 위치한 사용자의 수와 위치 그리고 건물 개수를 저장한다. 이 기법은 그리드 셀을 이용하여 cloaking 영역을 생성하기 때문에 cloaking 시간이 매우 빠른 장점을 가진다. Privacy Grid는 셀의 확장 방법에 따라 Quad-Grid, Bottom-Up, Top-down, Hybrid의 네 가지 방법으로 분류된다. Quad-Grid 방법은 전체 영역을 4등분의 그리드 셀로 쪼개면서 cloaking 영역을 생성한다. Bottom-up 방법은 질의를 요청한 사용자가 위치한 셀을 기준으로 셀을 확장하면서 정사각형의 cloaking 영역을 생성하며, Top-down 방법은 사용자가 정의한 최대 cloaking 영역 크기에서 셀을 감소시키면서 cloaking 영역을 생성한다. 아울러, Hybrid 방법은 K-anonymity에 따라 Bottom-up과 Top-down 방법 중 하나를 선택하여 수행한다. 이 중 가장 최소 크기의 cloaking 영역을 생성하는 것은 Bottom-up 방법이다.

둘째, 김지희 등의 연구는 K-anonymity와 L-diversity를 동시에 고려하면서 최적의 cloaking 영역을 탐색하는 기법을 제안하였다. 이 기법은 R-tree를 통해 L개의 건물을 탐색하여 임시 cloaking 영역을 생성하고, 영역 안에 포함된 사용자 수를 계산한다. 만일 영역 안의 사용자의 수가 K보다 적다면, cloaking 영역에서 8 방향

으로 영역을 확장한다. 영역 확장 시 거리와 확장 넓이 필터링을 사용하며, 선택된 사용자들을 조합하여 최적의 영역을 가지는 사용자들을 선택한다.

## 3. 그리드 기반 cloaking 기법

### 3.1 기존 cloaking 기법의 문제점

Privacy Grid의 cloaking 기법은 L-diversity 관점에서 두 가지 문제점이 존재한다. 첫째, 하나의 건물을 여러 그리드 셀에서 중복적으로 계산하기 때문에, 최종적으로 생성된 cloaking 영역이 사용자가 요구하는 실제 L개의 건물을 만족하지 못한다. 예를 들어, 그림 1(a)는 Privacy Grid의 각 셀 내에 위치한 사용자와 건물의 개수를 저장하며, 그림 1(b)의 상태를 저장한다. 만약 어떤 사용자가 건물 4개를 포함하는 cloaking 영역을 요구했을 때 그 결과로 C1, C2, C4, C5의 셀이 선택되면, 이는 실제로는 하나의 건물이 포함된 cloaking 영역을 생성한 것이 된다. 따라서 사용자의 요구사항을 만족시키기 위해서는 하나의 건물을 중복적으로 계산하지 않아야 한다.

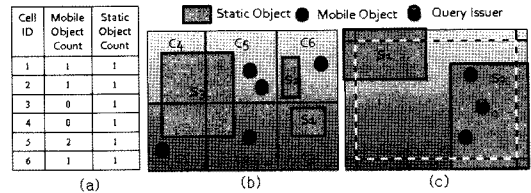


그림 1 Privacy Grid의 cloaking 기법

둘째, Privacy Grid는 cloaking 영역 내에 단순히 건물만 포함시키고, 건물 내에 위치한 사용자에 대해 고려하지 않기 때문에, 질의를 요청한 사용자의 위치 노출 확률을 높인다. 예를 들어 그림 1(c)의 건물 S1 내에는 어떠한 사용자도 위치하지 않는다고 가정한다. 이 경우 점선 셀이 cloaking 영역으로 생성되었다면, 그 영역 내에 건물 두 개가 포함되더라도, 질의 요청자(q)가 건물 S1을 제외한 S2에 위치한다는 것을 쉽게 추측할 수 있다. 따라서 건물 내에 최소한 한명 이상의 사용자가 위치한 건물을 cloaking 영역에 포함시켜야 한다.

한편, 김지희 등이 제안한 R-tree based Cloaking 기법(이하 RTBC)은 cloaking 영역 생성시간이 현저히 느린 문제점을 지닌다. 즉, RTBC는 임시 cloaking 영역이 생성되면, 나머지 사용자들 찾기 위해 R-tree를 사용하여 영역과 인접한 사용자들 탐색한다. 이러한 탐색은 각 방향마다 이루어지기 때문에, 인접 사용자들 찾기 위해 8번의 R-tree 탐색이 필요하다. 아울러, RTBC 기법에서는 사용자 조합을 위해 선택되는 경우의 수가 증가되어 cloaking 영역 생성 성능을 저하시킨다.

3.2 설계 시 고려사항

본 논문에서 제안하는 cloaking 기법은 cloaking 영역을 생성하는 주체가 anonymizer인 중앙집중 방식을 사용한다. anonymizer란, 모바일 사용자와 LBS 서버 중간에 존재하는 신뢰할 수 있는 서버로써, 사용자는 anonymizer를 통해 사용자의 위치 정보가 포함된 질의를 전송하고, anonymizer는 사용자의 위치 좌표를 숨기는 cloaking 영역을 생성한다. 생성된 cloaking 영역은 anonymizer에 의해 LBS 서버로 전송되며, LBS 서버는 cloaking 영역을 바탕으로 요청된 질의를 처리한다.

한편, K-anonymity 및 L-diversity를 cloaking 기법에 적용하는 방식으로 세 가지 방법이 존재한다. 첫째, K-anonymity와 L-diversity를 동시에 고려하는 방법은 Privacy Grid에서 사용된 방법으로, K와 L을 동시에 만족하지 못할 때, 영역 확장을 위해 셀 개수가 제공수로 증가하므로 cloaking 영역 크기가 증가하는 문제점을 지닌다. 둘째, K-anonymity를 먼저 고려한 후 L-diversity를 고려하는 방법은 질의 요청자가 cloaking 영역 내에 포함시키는 건물 수 L보다 사용자 수 K가 많기 때문에, K명의 사용자를 먼저 찾는데 많은 시간이 소요된다. 마지막으로 L-diversity를 먼저 고려하는 방법은, Cloaking 영역이 L-diversity만 만족하더라도 그 안에 여러 개의 건물이 포함되어 K-anonymity까지 만족하는 경우가 발생하여 cloaking 영역 생성 시간을 단축시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 L-diversity를 먼저 고려하여 임시 cloaking 영역을 생성한 후, K-anonymity를 고려하는 cloaking 기법을 제안한다.

3.3 L-diversity를 만족하는 cloaking 영역생성 알고리즘

본 절에서는 L-diversity를 만족하는 cloaking 영역 생성 알고리즘을 기술하며, 4개의 수행단계로 구성된다.

수행단계 1. 사용자가 요구한 L개의 건물 선택

사용자 q가 어떤 건물 내에 위치할 경우, 최근접사각형 탐색을 통해, q가 위치한 건물을 제외한 L-1개의 인접한 다른 건물을 검색한다. 만약, q가 건물 외부에 위치할 경우, L개의 인접한 다른 건물을 검색한다(L≥2).

수행단계 2. 임시 cloaking 영역 생성

L개의 인접한 건물 내에 위치한 사용자들 중에서 cloaking 영역을 요구한 사용자 q와 가장 가까운 거리에 있는 사용자를 각 건물에서 한명씩 검색한다. 그 후 각 사용자가 속한 그리드 셀을 포함하는 그리드로 이루어진 최소경계사각형을 임시 cloaking 영역으로 생성한다. 예를 들어 L=3일 때, 그림 2(a)는 q가 건물 외부에 위치한 경우로 q와 인접한 3개의 건물 L1, L2, L3를 검색한다. 그리고 그 건물 내에 q와 인접한 사용자를 한명 검색한 뒤, 각 사용자가 위치한 점선 사각형으로 표시된 각각의 그리드 셀 위치를 확인한다. 그림 2(b)의 질의

요청자와 검색된 사용자를 포함하는 최소경계사각형을 임시 cloaking 영역으로 생성된다. 임시 cloaking 영역은 L-diversity를 만족하는 최소한의 사각형이 된다.

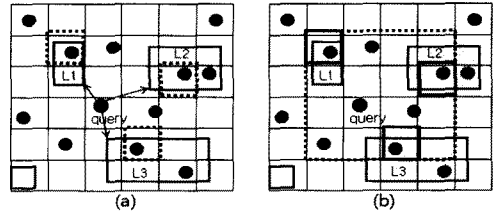


그림 2 임시 cloaking 영역 생성

수행단계 3. 임시 cloaking 영역 내의 사용자 수에 따른 cloaking 영역 확장

질의 요청자가 원하는 사용자 수 K, 임시 cloaking 영역 내에 위치한 사용자 수 K'일 때,

- 1) K' ≥ K인 경우, cloaking 영역 생성 알고리즘 종료 : 임시 cloaking 영역을 결과로 반환
- 2) K' < K인 경우, cloaking 영역 생성 알고리즘 확장 : K-anonymity를 만족하는 최적의 cloaking 영역 생성 알고리즘 수행

임시 cloaking 영역내의 사용자 수가 K를 만족하지 못하고, 가로 및 세로의 셀 개수가 2이하일 경우, 알고리즘이 비효율적이다. 따라서 수행단계 4는 이러한 조건에서 효율적인 cloaking 영역을 생성한다.

수행단계 4. 임시 cloaking 영역의 가로 및 세로의 셀 개수가 2 이하일 경우

셀 개수가 2이하인 경우, 임시 cloaking 영역의 개수를 양쪽으로 α개씩(0 < α ≤ 가로 및 세로 최대 셀 개수) 증가시켜 영역의 범위를 확장한 뒤 탐색을 수행한다. 앞의 내용을 바탕으로 설계한 L-diversity를 만족하는 cloaking 영역 생성 알고리즘은 그림 3과 같다.

**Cloaking 영역 생성 알고리즘**  
**(질의 요청자 q의 좌표정보, K, L)**

//입력: K (cloaking 영역 내에 포함시킬 사용자 수),  
 L(cloaking 영역 내에 포함시킬 건물의 수)

//출력: K와 L을 만족하는 cloaking 영역

1. q가 위치한 곳이 건물 내부인지 외부인지 확인
  - 1.1 건물 내부, L-1개의 인접한 건물 검색
  - 1.2 건물 외부, q와 인접한 L개의 건물 검색
2. 선택된 L개의 건물 내에 위치한 사용자들 중 q와 가장 가까운 사용자를 한명씩 선택
3. 선택된 사용자들이 포함된 그리드 셀 위치를 검색
4. 검색된 셀을 포함하는 임시 cloaking 영역 생성
5. 임시 cloaking 영역에 위치한 사용자 수 K' 검사
  - 5.1 K' ≥ K일 경우, 임시 cloaking 영역을 결과로 반환
  - 5.2 K' < K일 경우, 확장 알고리즘 수행
    - 5.2.1 if 임시 cloaking 영역의 가로 및 세로의 셀 개수가 2이하일 경우, 양쪽으로 α개 확장시켜 알고리즘 5부터 수행
    - 5.2.2 Cloaking 영역 확장 알고리즘(3.4절) 호출

그림 3 L-diversity를 위한 cloaking 영역생성 알고리즘

### 3.4 K-anonymity를 만족하는 cloaking 영역 확장 알고리즘

본 절에서는 L-diversity를 만족하는 임시 cloaking 영역이 K-anonymity를 만족하지 않을 경우, 부족한 K-K'(이하 R로 명명)명의 사용자를 찾는 확장 알고리즘을 위한 세 개의 수행 단계를 제시한다.

#### 수행단계 5. 최대 확장 가능한 cloaking 영역 탐색

임시 cloaking 영역을 기준으로 동서남북 각 방향에 대해 R명 이상의 사용자를 포함시키면서 최대 확장 가능한 그리드 셀을 탐색한다. 셀 묶음 단위의 확장 영역이 R명 이상의 사용자를 포함할 때 탐색을 멈춘다.

#### 수행단계 6. 영역 확장을 위한 한계 값 설정

각 방향으로 확장 가능한 영역이 구해지면 각 영역을 이루는 셀 개수 C와 각 영역 내에 포함된 사용자 수 U를 구한다. 한계 값의 우선순위는 사용자 수가 R을 만족할 때 셀 개수가 적을수록 높고, 셀 개수가 같은 경우 사용자의 수가 많을수록 우선순위가 높다. 우선순위가 제일 높은 값을 최초의 한계 값으로 설정한다.

#### 수행단계 7. 최소 크기 그리드 셀 조합을 선택

우선순위가 제일 높은 것을 기준으로, 각 방향의 셀 단위로 영역을 확장시킨다. 한쪽 방향에서 선택하는 셀을 한 개 증가시키고, 중복되지 않는 다른 쪽 방향의 셀을 하나씩 증가시켜 순열을 구한다. 기준 방향으로서는 최대 셀 묶음 보다 하나 작은 영역까지 확장이 가능하다. 각 방향으로 선택할 수 있는 모든 경우를 수행한다.

그림 4는 서쪽 방향을 기준으로 영역을 확장하였을 경우의 트리를 나타낸다. 서쪽방향의 셀의 최대 개수는 3개로, 최대 3개의 다른 방향을 가진 순열을 생성할 수 있다. 각 노드는 각 상태의 셀 개수와 사용자 수를 나타내며, 각 노드 위의 [서, +5]와 같은 값은 서쪽으로 한 셀 확장 시, 5개의 셀이 늘어나는 것을 나타낸다. 트리의 깊이 우선 탐색으로 확장이 진행되며, 최초로 지정된 한계 값인, 15와 사용자 수 5를 바탕으로 가지치기가 수행된다. 점선으로 표시된 노드들은 한계 값이 갱신됨을 나타낸다. 한계 값을 이용한 트리 탐색을 통해 많은 셀 조합들이 가지치기 된다. K-anonymity를 만족하는 cloaking 영역 확장 알고리즘은 그림 5와 같다.

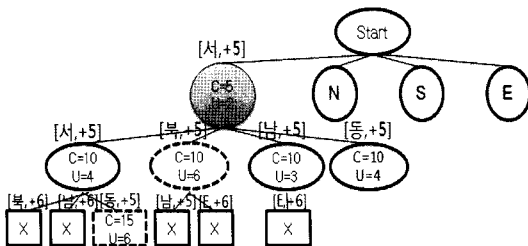


그림 4 서쪽 방향으로 영역 확장 시 모든 경우에 대한 트리

### Cloaking 영역 확장 알고리즘 (임시 cloaking 영역, R)

```
//입력: R = K-K'
//출력: 최소한의 넓이를 가지는 cloaking 영역
1. 각 방향으로 최대 확장이 가능한 영역을 탐색하여 가지치기에 사용될 최초의 한계 값 설정
2. 각 방향의 그리드 셀 묶음을 이용하여 선택될 수 있는 모든 경우 셀 조합을 비교
3. R명 이상을 포함하면서 최소 크기를 가지는 그리드 셀 조합을 결과 cloaking 영역으로 반환
```

그림 5 cloaking 영역 확장 알고리즘

### 4. 성능평가

본 논문에서 제안하는 cloaking 영역 생성 알고리즘을 Intel Core2 Quad CPU Q6600 2.40GHz와 Ram 2GB, Windows XP 상에서 Microsoft Visual Studio. NET 2003으로 구현하였다. 성능평가에 사용된 데이터는 GSTD (Generate Spatio Temporal Data) 알고리즘[6]을 이용하였으며, 성능평가를 위하여 1,000개의 건물과 10,000명의 사용자, 500,000개의 POI(Point Of Interests)를 생성하였다. 성능평가 대상은 가장 우수한 성능을 보이는 Privacy Grid의 Bottom-up 방법 및 R-tree based Cloaking 기법(RTBC)과 비교하였으며, 100×100 그리드로 실험하였다. 임시 cloaking 영역을 확장할 때 사용하는 셀의 개수 α는 실험을 통해 1개로 설정하였다. 성능평가 항목은 K를 20으로 고정시키고, L을 2, 4, 6, 8, 10로 증가시키면서 cloaking 영역 크기 및 생성 시간과 cloaking 영역에 따른 질의 처리 수행 속도를 측정하였다. 그림 6은 cloaking 영역 크기를 비교한 것이다. 세 가지 기법 모두 L이 커질수록 cloaking 영역 크기가 증가하는 모습을 보인다.

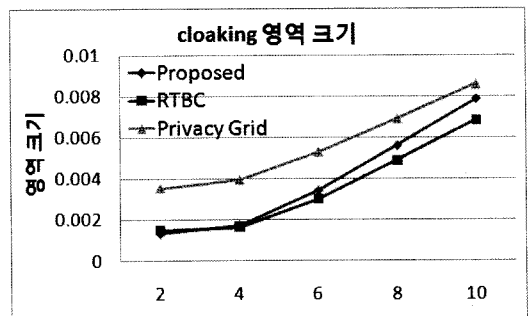


그림 6 Cloaking 영역 크기

제안하는 기법은 Privacy Grid 보다 작은 크기의 cloaking 영역을 생성한다. 이는 Privacy Grid가 셀 개수의 배수씩 영역을 확장하며 K를 만족하는 영역을 찾을 때 문에 생성되는 영역의 크기가 커지기 때문이다. 한편 제안하는 기법과 RTBC를 비교하면, L이 적을 때(4이하) cloaking 영역 생성 측면에서 성능이 거의 동일함을 알

수 있다. 그러나 L의 클 경우(6이상), RTBC에 비해 성능이 저하함을 알 수 있다. 그 이유는 제안하는 기법의 경우 그리드를 사용하므로 L이 클수록 생성되는 임시 cloaking 영역의 크기가 커지기 때문이다.

그림 7은 영역 생성 시간을 나타낸다. 제안한 기법은 L의 값이 증가할수록 영역 생성 시간이 감소함을 알 수 있다. 이는 사용자가 요구하는 건물이 많아질수록 임시 cloaking 영역 내에 K 사용자를 포함하여 알고리즘이 종료되기 때문이다. 한편 RTBC는 제안하는 기법 및 Privacy Grid에 비해 최저 10배(L=8)에서 최고 200배까지(L=2) 성능이 저하함을 알 수 있다. 그 이유는 RTBC는 임시 cloaking 영역이 생성되면, 나머지 사용자를 찾기 위해 각 방향마다 8번의 R-tree 탐색을 수행하기 때문이다. 아울러, RTBC 기법은 찾아야 될 사용자가 많은 경우, 사용자 조합을 위해 선택되는 경우의 수가 증가되어 cloaking 영역 생성 성능을 저하시킨다. 한편 L이 10일 경우, 제안하는 기법이 성능이 우수함을 알 수 있다. 또한 L이 6인 경우, 두 기법이 거의 동일한 성능을 나타낸다. 마지막으로 L이 4 이하인 경우, 제안하는 기법이 확장 알고리즘의 수행으로 인해, cloaking 영역 생성 시간이 증가하나 전체적으로 0.008초 이내의 충분히 빠른 cloaking 영역 생성 시간을 나타낸다.

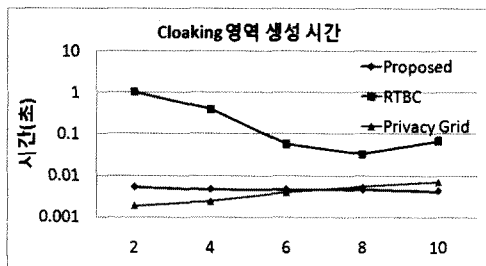


그림 7 Cloaking 영역 생성 시간

마지막으로, 생성된 cloaking 영역 크기에 따른 질의 처리 수행 시간을 비교한다. 질의는 범위 질의를 수행하며, 범위의 크기는 cloaking 영역의 가로 및 세로 길이를 10%씩 확장시켜 수행한다. 그림 8은 cloaking 크기에 따른 질의 처리 시간을 나타낸다. RTBC는 제안하는 기법 및 Privacy Grid에 비해 L이 6이하에서는 현저하게 성능이 저하됨을 알 수 있다. 그 이유는 RTBC의 cloaking 영역 생성 시간이 매우 크기 때문이다. 한편 제안하는 기법은 최소 크기의 cloaking 영역을 생성하기 때문에 Privacy Grid보다 빠른 질의 처리 시간을 달성함을 알 수 있다. 특히, L이 10일 경우, 제안한 기법은 다른 기법에 비해 질의 처리 시간 측면에서 15-35% 정도 우수한 성능을 나타낸다.

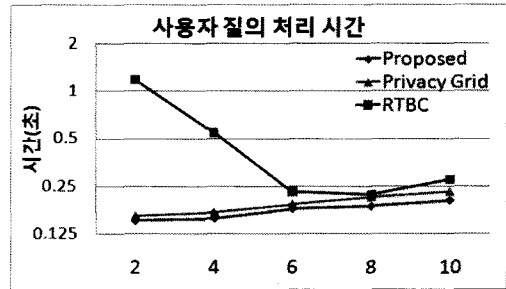


그림 8 Cloaking 영역에 따른 질의 처리 시간

#### 4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 Privacy Grid의 문제점을 보완하여, L-diversity를 수행한 뒤, K명의 사용자를 탐색하는 K-anonymity를 통해 최소 크기의 cloaking 영역을 생성하는 기법을 제안하였다. 특히 cloaking 영역의 빠른 생성을 위해 효과적인 가지치기 방법을 사용하였다. 기존 기법과의 성능비교를 통해, 제안하는 기법이 작은 크기의 cloaking 영역을 생성하고 빠른 cloaking 영역 생성 시간을 달성하여, 결과적으로 빠른 질의처리 수행 시간을 달성함을 보였다. 향후 연구로는 분산 환경에서 L-diversity 고려한 cloaking 기법을 연구하는 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] B. Bamba and L. Liu, P. Pesti, and T. Wang, "Supporting Anonymous Location Queries in Mobile Environments with PrivacyGrid," In *Proc. of World Wide Web*, April 2008.
- [2] J. H. Um, Y. K. Kim, J. H. Kim, and J. W. Chang, "Analysis of Cloaking Scheme for Privacy Protection in Location-Based Services," *Database Research*, vol.24, no.1, April 2008. (in korean)
- [3] M. F. Mokbel, C. Chow, and W. Aref, "The New Casper : Query Processing for Location Services without Compromising Privacy," In *Proc. of the Int'l Conference on Very Large Data Bases*, pp. 763-774, September 2006.
- [4] G. Ghinita, P. Kalnis and S. Skiadopoulos, "PRIVE : Anonymous Location-Based Queries in Distributed Mobile Systems," In *Proc. of World Wide Web*, May 2007.
- [5] J. H. Kim, J. H. Um, A. R. Lee, J. W. Chang, "Cloaking Method supporting K-anonymity and L-diversity for Privacy Protection in Location-Based Services," *Journal of KSIS*, vol.10, no.4, December 2008. (in korean)
- [6] Yannis Theodoridis, Jefferson R. O. Silva, and Mario A. Nascimento, "On the Generation of Spatiotemporal Datasets," 6th Int'l Symposium on Large Spatial Databases (SSD), 1999.