

# 이동 컴퓨팅 환경에서의 위치 기반 질의 처리를 위한 탐색 공간의 최적화

백형중<sup>0</sup> 구경이 김유성  
인하대학교 전자계산공학과  
{g1991253, g9721046}@inhavision.inha.ac.kr yskim@inha.ac.kr

## Optimizing the Search Space for Location-Dependent Query Processing in Mobile Computing

Hyong-Jong Paik<sup>0</sup> Kyong-I Ku Yoo-Sung Kim  
Dept. of Computer Science & Engineering, Inha University

### 요 약

이동 컴퓨팅 환경에서 이동 사용자는 언제, 어디서나 현재 자신의 지리적 위치에서 유효성을 갖는 위치 기반 데이터를 액세스 하고자 하는 이동 사용자의 요구가 증가하고 있다. 따라서, 이러한 위치 기반의 데이터를 얻기 위한 위치 기반 질의를 표현하고, 효율적으로 처리할 수 있는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 위치 기반 질의를 효율적으로 처리 하기 위해 이동 사용자의 현재 위치를 중심으로 하는 원의 방정식을 이용하여 질의 탐색 공간을 표현하고, 질의 영역 분할 방법을 이용하여 탐색 공간을 최적화하는 위치 기반 질의 처리 기법을 제안하였다. 또한 이동 사용자에게 적응하는 효율적인 부분 질의 통합 방안을 제시하였다.

### 1. 서 론

최근 이동 장비의 소형화 및 고성능화와 함께 무선 통신 기술의 급속한 발전으로 작업이 위치의 제약 없이 언제 어디서나 이동 장비를 통해서 이루어지며 또한 언제 어디서나 최신의 정보를 얻을 수 있는 환경이 이동 사용자에게 제공되고 있다[1]. 따라서 이러한 환경은 이동 사용자의 이동성(Mobility)을 계속해서 증대시키고 있는 추세이다. 이에 따라, 이동 컴퓨팅 환경에서의 위치 기반 질의의 중요성이 커지고 있다[2]. 그러나, 이러한 위치 기반 질의를 지원하기 위한 질의 표현 및 탐색 공간의 결정이 효율적으로 지원되지 못하고 있다. 따라서, 이동 컴퓨팅 환경에서 이러한 위치 기반의 질의를 효율적으로 표현 및 처리하기 위한 메커니즘이 필요하다.

이동 사용자의 위치 기반 질의는 “반경 2km안에 영업을 하는 레스토랑을 찾아라”와 같은 형태이기 때문에 해당 위치 기반 질의의 탐색 영역이 이동 사용자의 현재 위치를 기준으로 원으로 표현될 수 있다[3]. 따라서, 본 논문에서는 원의 방정식을 이용하여 질의 영역을 표현하고, 외부 조건을 반영하기 위해 외부 술어가 포함되도록 하였다.

표현된 질의 영역이 효율적으로 처리되기 위해서 탐색 공간에 대해서 질의 영역 분할 방법을 이용하여 탐색 공간을 최적화하였다. 또한 이동 사용자의 방향성 및 부분 영역 질의의 면적 비율을 이용하여 부분 영역 질의를 통합해 이동 사용자의 이동 상황에 맞는 질의의 결과를 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 위치 기반 질의에 대한 정의 및 위치 기반 질의 처리를 위한 기본 프레임워크를 기술하며, 3장에서는 위치 기반 질의에 대해 원의 방정식에 의한 모델링과 이러한 질의를 효율적으로 처리하기 위한 질의 영역 분할에 대해서 기술한 후 부분 질의들이 어떻게 통합할 것인가에 대한 방안에 대해서 기술한다. 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향으로 본 논문을 맺는다.

### 2. 관련 연구

위치 기반 질의는 질의를 제기하는 이동 사용자의 위치에 따라 질의의 결과가 다르게 결정되는 질의를 의미한다[3,4]. 위치 기반 질의의 결과는 명시적이든 묵시적이든 위치에 의존한다. 예를들면, “가장 가까운 호텔을 찾아라”, “반경 500m 안에 저녁 6시부터 밤 12까지 영업을 하는 레스토랑의 종류와 이름을 찾아라” 등을 들 수 있다 이와 같이 위치 기반 질의는 위치에 강하게 결합된 결과를 원한다.

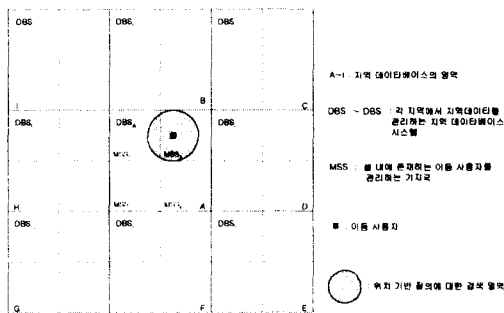
[5]에서는 무선 망과 정보 제공자 사이에 LDSM(Location Dependent Service Manager)이라는 미들웨어를 두어 위치 기반 질의를 처리하는 기본 프레임워크를 제시하고 있다. LDSM내에는 다음과 같은 모듈을 통하여 위치 기반 질의를 처리한다. 의미 분석기와 질의 바인더는 이동 사용자로부터 제기된 위치 기반 질의에 대한 의미적 분석을 실행한다. 사용자의 질의 내에 “가까운”이라는 구문이 있을 경우에 의미 분석기는 이동 사용자의 현재 위치로부터 반경 5마일 이내의 것으로 시스템적으로 해석하여 질의를 변형한다. 변형된 질의는 질의 바인더에 의해 탐색의 공간을 결정하기 위해서 위치에 대한 질의 바인딩 작업을 한다. 변형된 질의는 정보 제공자에 저장되어 있는 데이터의 범위와 변형된 질의 탐색 공간의 크기가 일치하도록 질의를 다시 변형한다. 이렇게 변형된 질의 중 하나 이상의 지역 데이터베이스와 관련이 있을 경우에는 질의 분할기를 통해 질의가 분해되며, 전송기를 통해서 연관된 데이터베이스로 보내져 처리된다. 이렇게 보내진 질의에 대한 처리의 결과는 다시 LDSM으로 보내어져 결과 분석기를 통해서 결과가 분석되어지며, 질의 필터를 통해서 불필요한 정보에 대해서는 필터링 작업을 하게 된다. 최종적인 질의 결과에 대해서 통합을 한 후, 이동 장치에 맞도록 결과가 포맷되어 이동 사용자에게 보내어진다. 이러한 일련의 과정을 통해서 위치 기반의 질의가 처리되는 모듈을 포함하는 프레임워크를 제시하였으나, 각 모듈에 대한 세부 메커니즘을 제시하지는 못하였다.

3. 제안된 위치 기반 질의 처리 메커니즘

3.1 기본 가정 및 정의

본 논문은 기본적으로 [5]에서 제안된 프레임워크를 이용하여 위치 기반 질의 처리를 위한 메커니즘을 제안한다. 이를 위해 다음의 몇 가지를 가정한다. 첫째, 이동 사용자의 현재 위치는 기지국의 셀 내에서 항상 알 수 있다. 둘째, 지역적 위치에 따라 의미를 갖는 데이터에 대한 지역 데이터베이스 크기 안에  $n$ 개의 셀이 존재할 수 있지만, 본 논문에서는 모델링의 편의를 위해 4개의 셀이 존재하며, 지역 데이터베이스의 영역의 크기를 정사각형  $d$ 의 크기로 가정한다. 셋째, 위치 기반 질의에 영역을 나타내는 원의 반지름  $r$ 이  $r \leq d$  인 경우만을 고려하며, 이동 사용자가 질의 내에 지정할 수 있는 반경의 범위도  $0 \leq r \leq d$ 로 한정한다.

본 논문에서 위치 기반 질의 처리를 위한 메커니즘에 사용될 모델링 환경은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 위치 기반 질의를 처리하기 위한 모델링 환경

[정의 1] 이동 사용자의 위치 기반 질의 속성은 이동 사용자의 현재 위치  $(X, Y)$ 와 위치 기반 질의의 탐색 공간 영역의 범위를 나타내는 반지름을  $r$ 로 표현하고, 질의의 조건어를 나타내는 외부 술어는  $P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \wedge P_n$ 으로 구성된다.

$$\text{위치 기반 질의(LDQ)} = (X, Y, r, P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \wedge P_n)$$

3.2 원의 방정식을 이용한 탐색 공간의 표현

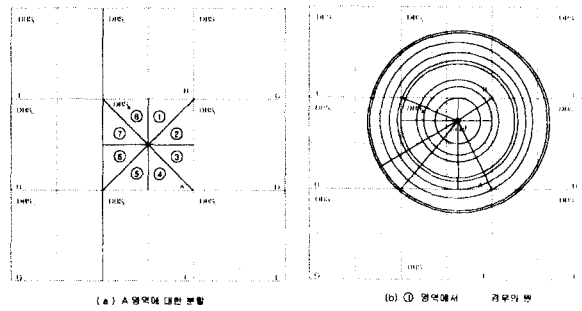
대부분의 이동 사용자의 위치 기반 질의는 자신의 현재 위치로부터 가까운 곳에 존재 하는 데이터를 찾고자 하며, 위치 기반 질의 내에 "반경 2km 이내"와 같은 구문을 사용하기 때문에 이러한 이동 사용자의 질의 영역을 충분히 반영하기 위해서 본 논문에서는 원의 방정식을 이용하여 위치 기반 질의에 대한 영역을 표현하였다. 예를 들어 [그림 1]의 A영역에서 현재 위치의 좌표가  $(a, b)$ 인 이동 사용자가 "반경  $r$  이내의 모든 호텔을 찾아라"라는 위치 기반 질의에 대해, 원의 방정식으로 영역을 표현하게 되면 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 \leq r^2$$

그러나, 반지름  $r$ 과 이동 사용자가 위치 기반 질의를 제기하는 위치에 따라서 질의 탐색의 영역과 질의 처리에 참여하는 지역 데이터베이스 시스템이 달라진다. 따라서, 본 논문에서는 위치 기반 질의의

제기 위치와 반지름 크기에 따라 변화되는 탐색 영역 공간에 대해 다음과 같이 일반화한다.

먼저 현재 이동 사용자가 위치 기반 질의를 제기하는 지역 데이터베이스 영역으로부터 액세스 되어지는 지역 데이터베이스 시스템을 미리 알 수 있다면 효율적으로 질의를 처리 할 수 있기 때문에 [그림 2(a)]와 같이 지역 데이터베이스의 A영역에 대해서 8개로 분할을 한다. 그리고 분할된 8개 영역에 대해 반지름  $r$ 과 지역 데이터베이스의 영역의 크기  $d$ 에는 다음과 같은 9개의 원이 그려질 수 있다. 만약 이동 사용자가 ①번 영역에 있을 때 현재 위치에서 가장 가까운 축인 B영역  $x$ 축까지의 거리  $d-b$ 가 첫 번째 원의 반지름으로 하는 원이 가능하며, 다음으로는 D영역의  $y$ 축까지의 거리인  $d-a$ 가 두 번째 원의 반지름으로 고려된다. 세 번째 원의 반지름은 현재 위치와 C영역의 원점과 있는 대각선의 길이인  $\sqrt{(d-b)^2 + (d-a)^2}$ 가 된다. 네 번째 원의 반지름은 H영역의  $y$ 축까지의 거리  $a$ 가 된다. 다섯 번째는 B영역의 원점과 있는 대각선의 길이인  $\sqrt{a^2 + (d-b)^2}$ 가 원의 반지름이 된다. 여섯 번째로는 현재 위치로부터 A영역에  $x$ 축과 거리인  $b$ 가 된다. 일곱 번째는 D 영역의 원점과 있는 대각선의 길이  $\sqrt{b^2 + (d-a)^2}$ 이 원의 반지름이 된다. 여덟 번째는 A 영역의 원점과 있는 대각선의 길이  $\sqrt{a^2 + b^2}$ 가 된다. 마지막으로 아홉 번째는 지역 데이터베이스의 영역의 크기인  $d$ 가 원의 반지름이 되는 경우이다. 각각의 경우에 대해서 그려지는 원은 [그림 2(b)]와 같다.



[그림 2] 위치 기반 질의 제기 위치와 반지름  $r$ 과의 관계

또한 [그림 2(b)]의 각각의 반지름에 따라 위치 기반 질의 처리에 포함되는 영역은 [표 1]과 같다.

[표 1] 질의 처리에 포함되는 영역

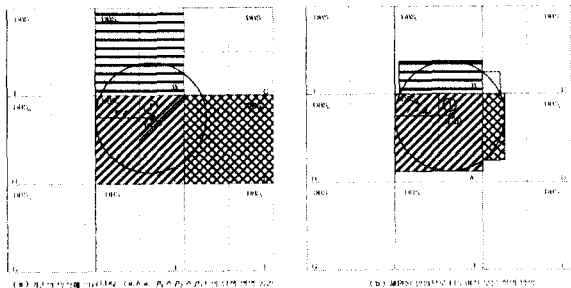
순번	반지름( $r$ )	질의 처리에 포함되는 영역
1	$r = d - b$	{A}
2	$r = d - a$	{A, B}
3	$r = \sqrt{(d-b)^2 + (d-a)^2}$	{A, B, D}
4	$r = b$	{A, B, C, D}
5	$r = \sqrt{a^2 + (d-b)^2}$	{A, B, C, D, H}
6	$r = d$	{A, B, C, D, H, I}
7	$r = \sqrt{a^2 + b^2}$	{A, B, C, D, H, I, F}
8	$r = \sqrt{a^2 + (d-b)^2}$	{A, B, C, D, H, I, E}
9	$r = d$	{A, B, C, D, H, I, E, G}

따라서, ①영역 안에 어느 위치에서 질의를 제기하여도 [표 1]과 동일하다. 단, 대각선의 길이가  $r > d$  인 경우가 발생하는데 본

논문에서  $r \leq d$  인 경우 만을 고려하였으므로 조건에서 제외된다. 이러한 규칙은 8개의 분할된 영역이 서로 대칭을 이루므로 동일하게 적용된다. 그러나, 중앙 지점이나 경계선 부근에서는 원을 그릴 수 있는 경우의 수가 적어지는데, 그것은 질의 제기 위치로부터 반지름이 길이가 동일한 길이를 가지는 경우가 발생하기 때문에 경우의 수가 적어지게 된다

3.3 위치 기반 질의를 실행하기 위한 질의 분할

기존의 위치 기반 질의 처리에서는 검색의 영역이 지역 데이터베이스의 영역에 걸쳐지는 모든 영역에 대해서 검색의 대상이 되었기 때문에 질의 처리 비용이 많이 들고, 이동 사용자가 원하지 않는 질의의 결과가 포함되어 이동 사용자의 요구를 충족시키지 못한다.



[그림 3] 기존 위치 기반 질의 처리의 탐색 영역과 제안된 방법과 비교

예를 들어 위치 기반 질의가 [그림 3(a)]의 A영역 ①번 영역에서 현재 위치가(a, b)이고, 반지름이 [표 1]의 4번이며, 외부 술어 조건이  $P_1, P_2, P_3$ 일 때, 위치 기반 질의는  $LDQ = (a, b, a, P_1 \wedge P_2 \wedge P_3)$ 이 된다. 기존의 방식으로 LDQ를 처리하기 위해서는 [그림 3(a)]처럼 질의 처리 영역이 모두 포함된다. 이에 반해, 제안된 방식은 각 지역 데이터베이스 영역에 포함되는 탐색 공간에 대해서 최소 사각형이 될 수 있도록 각 탐색 공간을 분할한다. 그런 다음, 각 사각형을 이루는 점의 좌표 점들은 영역 방정식인 원의 방정식과 경계 축들과의 교점을 이용한다. 이렇게 구해진 좌표 값을 이용하여 부분 영역 질의 형태로 질의를 분할한다. 만약 [그림 3(b)]에서 A영역의 사각형의 좌표가  $(x_{A1}, y_{A1}, x_{A2}, y_{A2})$ 이고, B영역  $(x_{B1}, y_{B1}, x_{B2}, y_{B2})$ , C영역  $(x_{C1}, y_{C1}, x_{C2}, y_{C2})$ , D영역  $(x_{D1}, y_{D1}, x_{D2}, y_{D2})$ 일 때, 각 부분 영역에 대한 부분 영역 질의 형태는 다음과 같이 표현된다.

- A영역에 해당하는 부분 영역 질의  
 $PRQ_A = \{ (x_{A1}, y_{A1}, x_{A2}, y_{A2}) \wedge P_1 \wedge P_2 \wedge P_3 \}$
- B영역에 해당하는 부분 영역 질의  
 $PRQ_B = \{ (x_{B1}, y_{B1}, x_{B2}, y_{B2}) \wedge P_1 \wedge P_2 \wedge P_3 \}$
- C영역에 해당하는 부분 영역 질의  
 $PRQ_C = \{ (x_{C1}, y_{C1}, x_{C2}, y_{C2}) \wedge P_1 \wedge P_2 \wedge P_3 \}$
- D영역에 해당하는 부분 영역 질의  
 $PRQ_D = \{ (x_{D1}, y_{D1}, x_{D2}, y_{D2}) \wedge P_1 \wedge P_2 \wedge P_3 \}$

이렇게 분할된 영역 질의들은 각 해당 지역 데이터베이스 시스템인  $DBS_A, DBS_B, DBS_C, DBS_D$ 로 보내져 질의가 실행된다. 따라서, 질의 처리 탐색 공간을 최소 사각형으로 줄임으로써 각 지역 데이터베이스에서 처리되는 질의 처리 시간을 줄이고, 이동 사용자의 질의를

효율적으로 처리함으로써 이동 사용자가 만족하는 결과를 제공할 수 있다.

3.4 위치 기반 질의의 부분 영역 질의에 대한 통합 방안

분할되어진 부분 영역 질의는 해당 지역 데이터베이스 시스템들로 보내져 처리되어진 질의 실행의 결과는 위치 기반 질의가 제기된 지역 데이터베이스 시스템으로 다시 보내져 질의 결과들을 통합한다. 이동 사용자의 방향성과 부분 질의 영역의 넓이에 대한 가중치와 같이 질의 결과의 통합 순서에 영향을 미치는 요소를 고려하여 통합한다. 예를 들어 방향성에 가중치를 더 우선권을 준다고 가정하면, 동쪽 방향으로 이동하는 이동 사용자에게 대해서는 동쪽 방향에 포함 되는 부분 질의 영역에 대해서 가장 높은 우선순위를 선정한다. 반면에 부분 질의 영역의 넓이에 대해서 가중치를 더 부과하면, 영역의 면적이 가장 넓은 순서로 통합의 순서가 결정된다. 이러한 방법을 통해서 이동 사용자는 질의 결과를 자신의 현재 상황에 맞도록 능동적으로 받을 수 있게 된다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

이동 컴퓨팅 환경에서 이동 사용자의 증가로 인해 위치 기반 질의 처리의 표현 및 효율적인 처리가 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 위치 기반 질의를 처리하기 위하여 원의 방정식으로써 탐색의 영역을 결정하고 탐색 영역의 최적화를 위해 부분 영역 질의 형태로 변환하여 처리되도록 표현하였다. 또한 부분 질의 통합 방법을 제안함으로써 질의 처리 시간을 줄이며, 이동 사용자 요구에 적합한 결과를 제공하도록 하였다.

향후 연구 방향으로 제안된 방법에 의한 위치 기반 질의 처리 시간에 대한 시뮬레이션이 필요하며, 부분 질의에 대한 통합 방안에 대한 좀 더 세밀한 알고리즘 연구가 필요하다.

[참고 문헌]

- [1] George H. Forman and John Zahorjan, "The Challenges of Mobile Computing," IEEE Computer, 27(6), April 1994.
- [2] Baihua Zheng and Dik Lun Lee, "Processing location-dependent queries in a multi-cell wireless environment," Proceedings of MobiDe 2001, pp. 54-65, 2001.
- [3] Qun Ren and Margaret H. Dunham, "Using Semantic Caching to Manage Location Dependent Data in Mobile Computing," Proceedings of Mobicom 2000, pp. 210-221, 2000.
- [4] M. H. Dunham and V. Kumar, "Location Dependent Data and its Management in Mobile Database," Proceedings of IEEE Computer Society, DEXA Workshop, pp. 414-419, 1998.
- [5] A. Y. Seydim and M. H. Dunham, "Location dependent query processing: Overview of a framework," <http://www.engr.smu.edu/~yasemin/arch.pdf>, 2000.