

이동객체의 연산 자원을 활용한 연속 범위 질의 처리

정승희⁰¹ 정하림¹ 정재화² 구원교¹ 최현식¹ 황종선¹ 이상근¹

¹고려대학교 컴퓨터학과 분산시스템 연구실

{shchung, harim, hyunsik, swkang, lkhkwk, hwang}@disys.korea.ac.kr, yalphy@korea.ac.kr

²고려대학교 컴퓨터교육학과 데이터베이스 연구실

bigbearian@comedu.korea.ac.kr

Processing Continuous Range Queries

by Leveraging Computational Resources of Mobile Objects

Seunghee Chung⁰¹, Ha-Rim Jung¹, Jae-Hwa Jung², Won-Kyo Ku¹, Hyunsik Choi¹,
Chong-Sun Hwang¹, SangKeun Lee¹

¹Distributed Systems Lab, Department of Computer Sci. and Eng., Korea University

²Database Lab, Department of Computer Science Education, Korea University

최근 무선 이동통신 기술 및 GPS (Global Positioning System)와 같은 위치인식 기술의 발달과 휴대폰, PDA (Personal Digital Assistant), 노트북 등의 휴대용 단말기의 진화에 힘입어 사용자의 위치에 기반 하여 보다 나은 서비스를 제공하는 위치 기반 서비스 (LBSS: Location Based Services)에 대한 연구가 국내외적으로 활발히 진행되고 있다. 위치 기반 서비스를 효과적으로 실현하기 위해서는, 시간의 흐름에 따라 그 위치가 매우 빈번하게 변경되는 특성을 가진 대량의 이동객체 (휴대용 단말기)의 위치정보에 대한 갱신 및 다양한 형태의 위치기반 질의 (LBQs: Location Based Queries)의 신속한 처리를 효율적으로 수행할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 위치기반 서비스를 지원하는 데 있어 초석이 될 수 있는 위치 기반 질의 유형인 범위 질의 (range query) 처리 기법에 대하여 연구하고자 한다. 기존 이동 컴퓨팅 (mobile computing) 환경에서 연속 범위 질의 처리에 대한 연구는 이동 클라이언트/서버 (mobile client/server) 환경을 가정하고, 서버 중심의 질의 처리 연산에 초점을 맞춰 진행되어 왔다 [PXKAH02, KPHA02, WCY05].

[PXKAH02]에서는 이동객체의 빈번한 위치 갱신 비용을 줄이기 위해, 이동객체가 아닌 질의를 색인하는 *Q-index* 기법을 제안하였다. 이와 더불어 서버의 효율적인 질의 처리를 위해, 각각의 이동객체에게 *Safe Region*을 부여함으로써 서버와 이동객체 간의 통신비용 및 서버의 연산비용을 줄였다. *Safe Region*은 이동객체의 현재 위치를 포함하고, 내부에 어떠한 질의도 포함 및 교차되지 않는 영역이다. 따라서 이동객체의 위치변화가 *safe region* 내부에서 이루어 질 경우 어떠한 질의의 결과에도 영향을 미치지 않는다. 이동객체는 *Safe Region* 내에서 이동하는 동안에는 서버에게 자신의 위치를 보고할 필요가 없으므로 통신비용 및 서버의 연산비용을 줄인다. 하지만 서버가 각 이동 객체의 *Safe Region*을 결정하기 위해 많은 연산을 소모하므로 실시간으로 대량의 질의를 처리해야 하는 위치기반 서비스 응용 (applications)에 적용하기 힘들다.

[KPHA02]에서 저자는 대량의 이동객체들의 빈번한 위치보고 데이터를 효율적으로 관리하고, 연속 질의 처리에 대한 성능 개선을 위해 디스크 기반이 아닌 메인 메모리 기반 그리드 색인 (grid index) 기법을 제안하였다. 또한, [PXKAH02]와 마찬가지로 질의를 색인함으로써, 이동객체의 위치 갱신 비용을 줄였다. 그리드 색인은 셀 (cell)들로 구성된 2차원 배열이며, 각각의 셀들은 *full* 리스트와 *part* 리스트를 유지한다. 셀이 연속 범위 질의와 포함 (containment) 관계이면 *full* 리스트에, 교차 (intersection) 관계이면 *part* 리스트에 해당 질의를 색인한다.

최근 들어, 이동객체의 연산 능력을 활용한 분산화 된 질의 처리 기법이 제시되었다 [CHCX06]. [CHCX06]에서 저자는 대량의 이동객체들의 빈번한 위치보고 데이터의 양을 줄이고, 서버의 연산부하를

줄이기 위한 기법인 MQM (Monitoring Query Management)을 제안하였다. MQM은 다양한 연산능력을 가지는 이동객체의 이종성 (heterogeneity)을 고려하여 서버의 연속 범위 질의 처리 연산부하 및 서버와의 통신비용을 줄이기 위한 *Resident Domain* 개념을 도입 하였다.

*Resident Domain*은 현재 이동객체 및 이동객체가 직접 연산해야 하는 질의를 포함하는 영역이며, 이러한 영역은 이동객체의 연산능력에 따라 결정된다. 또한 저자는 *Resident Domain*을 결정하기 위해 영역 분할 방식의 질의 색인 기법인 BP (Binary Partitioning)-트리를 제안하였다. *Resident Domain*을 할당 받은 각각의 이동 객체는 *Resident Domain* 내의 질의를 인식하고, 자신의 위치 변화가 질의나 *Resident Domain*의 경계를 가로지르게 되는 경우, 서버에게 자신의 현재 위치와 함께 질의 결과의 갱신 혹은 *Resident Domain*의 갱신을 요청한다. 이와 같이 질의 연산의 일부분을 이동 객체에게 할당하여 기존 서버 중심의 연산환경의 문제점 (e.g., 서버의 병목 현상)을 완화시켰다. 하지만 MQM은 각 이동 객체의 위치 및 질의의 분포를 고려하지 않는 이진 영역 분할 (binary space partitioning) 기법을 사용하므로, 이동 객체에게 비효율적인 *Resident Domain*을 할당하게 되며, 공간 분할에 따라 질의도 다수의 하위 질의로 분할되므로 관리해야 하는 질의의 수가 증가한다. 또한, 질의의 분포가 비대칭 (Skewed)일 경우, BP-트리의 높이가 비효율적으로 증가하게 된다.

본 논문에서는 이러한 서버의 비효율적인 영역할당을 극복하면서 영역 결정 연산의 복잡성을 극복하기 위한 분산화 된 연속 범위 질의 연산 기법 및 메인 메모리 기반의 고정 그리드 색인기법을 제안한다. 특히, 지속적으로 주어진 영역 안에 포함된 모든 객체의 검색을 반복 수행하는 연속 범위 질의 (continuous range query)를 효율적으로 처리하기 위한 분산화 된 연산 기법 및 메인메모리 기반 고정 그리드 색인 기법을 제안한다. 이를 위해 각 이동객체의 연산능력을 활용하기 위한 질의 그룹 영역 (query grouping region)개념을 도입한다.

본 논문에서는 이러한 단점을 보완하고 효과적으로 이종의 이동객체의 연산능력을 활용하기 위해 질의 그룹 영역(query grouping region) 개념을 제안하였다. 질의그룹 영역은 이동객체와 각 이동객체 주변에 존재하는 질의들로 이루어진 영역으로, 서버는 연산 능력을 고려하여 각 이동객체에게 할당해 준다. 이동객체는 질의 그룹 영역과 질의 그룹 내의 질의를 인식함으로써, 질의의 결과 값에 변화를 주거나 질의 그룹 영역의 외부로 나가게 되는 경우 외에는 서버에게 자신의 위치를 보고 하지 않는다. 그러므로 서버와의 통신 부하가 줄어들 뿐만 아니라 서버의 연산량도 줄어든다.

본 논문의 성능 평가에서는 제안 기법과 동일한 관점을 가진 MQM (Monitoring Query Management)의 효율성을 비교해 보았다. MQM과 제안 기법은 분산화 된 환경을 추구하는 면에서 동일한 목표를 보이지만 기법의 차이로 인해 서버의 연산량 및 서버와 이동객체의 통신부하 둘 모두에서 본 제안 기법이 좀 더 효과적으로 작용하는 것을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [PXKAH02] S. Prabhakar, Y. Xia, D. Kalashnikov, W.G. Aref, and S. Hambrusch, "Query Indexing and Velocity Constrained Indexing: Scalable Techniques for Continuous Queries on Moving Objects," IEEE Trans. Computers, vol. 15, no. 10, pp. 1124-1140, Oct. 2002.
- [CXCH06] Ying Cai, Kien A. Hua, Guohong Cao, and Toby Xu, "Real-Time Processing of Range-Monitoring Queries in Heterogeneous Mobile Databases," IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 5, no. 7, July. 2006.
- [KPH04] Dmitri V. Kalashnikov, Sunil Prabhakar, Susanne E. Hambrusch, "Main Memory Evaluation of Monitoring Queries Over Moving Objects," Distributed and Parallel Databases, vol.15 no.2, p.117-135, March. 2004.
- [KPHA02] D. V. Kalashnikov, S. Prabhakar, W. G. Aref, S. E. Hambrusch, "Efficient Evaluation of Continuous Range Queries on Moving Objects," DEXA, 2002.
- [WCY05] X. Yu, K. Q. Pu, and N. Koudas, "Efficient Processing of Continual Range Queries for Location-Aware Mobile Services," Information Systems Frontiers, vol .7, no. 4-5, p. 435-448, 2005.
- [YPK05] Xiaohui Yu , Ken Q. Pu , Nick Koudas, "Monitoring k-Nearest Neighbor Queries Over Moving Objects," ICDE, p.631-642, 2005.
- [Guttman84] A. Guttman, "R-trees: a Dynamic Index Structure for Spatial Searching," SIGMOD, 1984.