

VP를 이용한 이미지 데이터의 영역질의 처리 방안

김병곤*, 한정운*, 이재호**, 임해철*

*홍익대학교 컴퓨터공학과

**인천교육대학교 컴퓨터교육과

{bgkim, hanjw, lim}@cs.hongik.ac.kr, jhlee@mail.inue.ac.kr

Range Query Processing Method for Image Data Using VP

Byung-Gon Kim*, Jung-Woon Han*, Jaeho Lee**, Hae-Chull Lim**

*Dept. of Computer Engineering, Hong-Ik University,

**Dept. of Computer Education, Incheon National University of Education

요 약

최근에 데이터베이스 혹은 그 응용분야에서는 이미지 데이터와 같은 멀티미디어 정보 처리에 대한 관심이 고조되고 있다. 따라서 이미지 데이터를 효율적으로 저장하고, 사용자가 원하는 질의 결과를 신속히 제공하는 것이 중요한 연구분야이다. 본 연구에서는 이미지 데이터에 대한 질의를 처리하기 위한 이미지 데이터로부터의 정보 추출과 데이터 인덱싱 방법에 관하여 논하고, 구축된 인덱싱 구조에 효율적인 질의 처리가 가능하도록 VP(Vantage Point)를 이용하여 영역질의 처리하는 방법을 제시하였다. 또한 실험을 통하여 제안된 방법의 효율성을 나타내었다.

1. 서 론

멀티미디어 데이터는 일차원적인 기존의 데이터베이스 구조와는 달리 다차원적인 특성을 지니므로 이에 적합한 인덱싱 구조에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그와 동시에 이러한 인덱싱 구조하에서 효율적인 질의 처리를 위한 연구도 병행되어지고 있다. 멀티미디어 데이터는 그 다양한 응용분야에 따라 요구되는 질의의 형태가 각각 다르므로 이에 대응할 수 있는 알고리즘의 연구가 필요하다고 할 수 있다.

이와 관련하여 R-tree, R*tree, X-tree, TV-tree, MVP-tree와 같은 많은 고차원 인덱싱 방법이 발표되었으며[1,2,4,6,7], 이를 기반으로 효율적인 질의 처리를 수행하기 위한 여러 가지 질의 처리 전략도 연구되어 왔다. 고차원의 데이터에 대한 질의는 대표적으로 영역질의와 최근접객체검색질의로 나눌 수 있다. 영역질의는 질의 객체로부터 일정 거리내에 존재하는 객체를 검색하는 질의이며, 최근접객체검색질의는 질의 객체로부터 가장 근접한 혹은 가장 유사한 객체를 반환하는 것이다. 최근접객체검색질의의 변형으로 k-근접객체검색질의는 질의 객체로부터 가장 근접한 k개의 객체를 반환하는 것이다.

본 연구에서는 멀티미디어 데이터중에서 특히 가장 빈번히 사용되는 이미지 데이터에 관한 처리 전략을 제안한다. 먼저, 이미지 데이터를 인덱싱 구조에 저장하기 위한 타일링 기법을 소개한다. 또한 이미지 데이터에 관한 질의 중

영역질의 처리 방법을 제안하고 실험을 통하여 기존의 방법과의 질의처리 시간 비교를 통하여 성능의 우수함을 보였다. 특히, 영역질의 처리시에 VP(Vantage Point)를 이용하여 단말노드에서 필터링을 수행함으로써 객체간의 거리계산시간을 줄임으로 질의처리시간을 줄일 수 있음을 보였다.

2. 관련연구

2.1 이미지 데이터의 인덱싱

이미지 데이터를 표현하기 위하여 가장 일반적으로 사용되는 방법이 컬러 히스토그램이다. 컬러 히스토그램은 고차원 혹은 저차원으로 표현이 가능하다. 컬러 히스토그램을 고차원으로 이용할 경우 이미지에 대한 많은 색상 정보를 유지함으로써 이미지간의 유사도 검색 시 정밀도가 높은 장점을 지니고 있다. 그러나, R*-트리와 같은 인덱싱 구조에서는 많은 겹침이 발생하여 검색성능을 저하시키고, 고비용의 유사도 계산을 해야하는 단점이 있다. 반면 저차원의 컬러 히스토그램을 사용할 경우에는 인덱싱 구조에 효율적일 뿐 아니라 저비용의 계산으로 유사도를 측정할 수 있으나, 이미지에 대한 색상 정보의 손실로 유사도 검색 시 정밀도가 떨어지는 단점이 있다.

이러한 컬러 히스토그램의 특성을 보완하기 위하여 저차원의 컬러 히스토그램을 통해 유사도가 적은 이미지를 필터링한 후 선택된 후보 이미지들에 대하여 고차원의 히스토그램으로 보다 정밀한 유사도 계산을 수행함으로써 결과를 얻는 2단계 질의 처리 방법이 제시되었다. QBIC 시스템을

본 연구는 한국과학재단 특장기초연구과제 (과제번호 : 98-0102-09-01-3) 의 지원을 받았음.

[5]에서는 고차원 히스토그램을 3차원의 평균 RGB로 변환하여 필터링 과정에 이용하였고, 히스토그램의 유사한 색상에 대하여 병합하는 컬러 클러스터링 방법으로 저차원의 히스토그램을 구하여 필터링에 이용하였다. 그러나, 저차원 변환으로 인하여 이미지에 대한 색상 정보가 손실됨으로써 이미지의 구별능력이 저하될 뿐만 아니라 전혀 다른 이미지라도 유사한 색상의 분포를 지니고 있을 경우 후보 이미지로 선택되어지는 결과를 나타낼 수 있다.

위의 단점을 보완하기 위하여 **가중치 이미지 타일 평균 RGB방법**[8]이 소개되었다. 이 방법의 기본적인 개념은 전체 이미지를 동일 크기의 타일로 분할하고, 각 타일에 대하여 평균RGB 값을 구한다. 이때, 타일의 중요도에 따라 이미지의 거리 계산시에 가중치를 적용한다. 구하여진 이미지 타일 평균 RGB 값을 이용하여 인덱스 트리를 구성함으로써 필터링 과정에서 이용한다. 분할된 각 타일에 대한 평균 RGB 값은 QBIC 시스템에서와 같이 고차원 컬러 히스토그램의 급격한 저차원 변환 과정으로 인한 정보 손실이 존재하지만, 필터링 수행 시에 비교하는 두 이미지의 동일한 위치의 타일에 대한 평균 RGB 값을 비교함으로써 저차원 변환에 대한 색상 정보 손실을 보완할 수 있다. 본 연구에서는 이미지 데이터에 관한 인덱싱을 위하여 가중치 이미지 타일 평균 RGB방법을 사용하여 구현하였다.

2.2 다차원 이미지 데이터 영역 질의처리

R-tree와 같은 다차원 인덱싱 트리에 의하여 인덱싱되어진 이미지 데이터에 관한 영역질의 처리는 일반적으로 주어진 영역에 대하여 트리의 루트 노드로부터 검색을 확인하여, 검색이 있는 노드 엔트리에 대하여 재귀적으로 검색을 수행하여 결과를 산출하는 방식을 사용하였다. 그러나, R-tree와 같은 다차원 인덱싱 방법에서는 영역질의 처리하기 위하여 검색영역을 줄이거나, 계산 시간을 줄이기 위한 별다른 정책이 제시되지 못하였다.

R-tree와는 달리 VP-tree[3]는 도메인내의 임의의 한점을 VP(vantage point)로 정하여 다른 모든 객체들과 VP와의 거리를 기준으로 트리를 구성하는 트리이다.

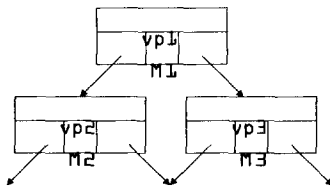


그림 1. VP-tree의 노드 구조

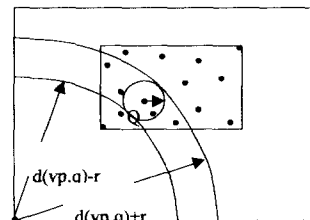
VP-tree는 그림 1과 같이 각 노드별로 각각의 VP를 지닌다. 루트노드에서는 VP1을 기준으로 VP1과의 거리에 따라 똑같은 수로 객체들을 둘로 나누는 방식으로 트리를 생성한다. 그러므로, 영역간의 겹침이 존재하지 않으므로 질의 처리시에 좋은 성능을 나타낸다. VP-tree의 단점은 트리를 구성하기 위하여 VP를 산출하고 모든 객체들과 VP와의 미

리 계산해야한다는 것이다. 또한 정적인 특성 때문에 삽입과 삭제가 빈번한 응용에서는 사용하기 어렵다. 본 연구에서는 R-tree와 VP-tree의 이러한 단점들을 보완하기 위하여, R-tree상에서 VP를 이용하여 단말노드 필터링을 수행하는 전략을 소개한다.

3. VP를 이용한 영역질의 처리

본 절에서는 영역질의를 효율적으로 처리하기 위한 R*-tree 기반의 새로운 질의 처리 전략을 제시한다. 이 방법은 트리를 구성할 때, R*-tree와 동일한 방법으로 구성하나, 단말노드에서 VP를 이용하여 VP와 실제 객체와의 거리를 저장하여 질의 처리시에 필터링을 위하여 사용하도록 하였다. 도메인 객체들 중에서 VP를 선택하는 방법은 도메인 공간의 구석에서 한 객체를 선택하는 방법과 경험적 방법 등이 있다. 도메인 공간의 구석에서 VP를 선택하는 방법은 [3]에서 소개되었으며, 실험에 의하면 도메인 공간내에서 VP를 선택하는 것보다 임의의 한 구석에서 VP를 선택하는 것이 객체의 변별력을 높이는 관점에서 높은 성능을 보이는 것으로 나타나 있다. 경험적 방법은 VP를 선택하기 위하여 먼저, 도메인 객체 중에서 임의의 한 객체를 선택하여 다른 모든 객체들과의 거리를 계산한다. 계산된 거리를 기준으로 VP로 가장 먼 거리에 있는 객체를 VP로 선택하도록 한다. VP를 선택하는 것은 중요한 요소이며, 본 논문에서는 도메인의 구석을 VP로 선택하도록 하였다. 제안된 필터링 방법은 다음과 같다.

먼저, VPR*-tree를 구성하기 전에 VP를 선택하여 다른 모든 객체와 VP와의 거리를 계산하여 저장한다. 여기서 산출된 거리는 객체와 VP와의 절대적 거리이며, 객체가 삽입될 때 한번만 계산하면 된다. 따라서 트리에 다른 객체의 삽입이나 삭제에 따라 변환되지 않는다. 이 거리는 단말노드에 객체에 대한 포인터와 함께 저장하여 단말노드에서 지니고 있는 객체와 질의객체와의 거리계산을 줄이는 필터링에 사용하도록 한다. 이와 같은 필터링은 질의의 처리 시간을 줄이는데 중요한 역할을 한다. 루트노드로부터 시작하여 중간노드중에서 검색 영역과 겹침이 있는 노드에 대하여 검색을 진행한다.



VP

그림 2. 필터링 개념

검색이 단말노드에 이르면 각 단말노드에 속해 있는 객체들에 대하여 필터링을 수행한다. 검색이 단말노드에 이르면, 단말노드의 객체에 대해서 미리 계산된 각 객체로부터

VP와의 거리를 이용하여 사각 영역내의 모든 객체들의 거리 계산을 하지 않고, 단지 $d(VP, Q) - r$ 와 $d(VP, Q) + r$ 사이의 거리에 속하는 객체들만을 필터링하여 해당 객체와 질의 점 Q와의 실제 거리 계산만을 수행하여 질의를 처리할 수 있다.(그림 2 참조) 이때, Q를 질의 점이라 하고, r은 질의 점 Q로부터의 질의영역의 반지름이다. 이와 같이 질의 객체와 DB객체들간의 거리계산 시간을 줄임으로 전체적인 질의 응답시간을 줄일 수 있다.

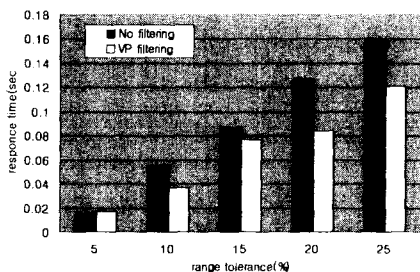
4. 성능평가

본 연구에서는 실험을 위하여 100,000개의 이미지 데이터를 가중치 이미지 타일 평균 RGB방법을 이용하여 R*-tree로 인덱싱하였다, 구성된 인덱싱에 대하여, 질의 영역을 변화시키면서 각 영역에 대하여 100개의 표본 질의를 수행하여 평균 질의 수행시간을 측정하였다. 즉, 기존의 영역질의 수행 방법과 VP를 이용한 단발노드 필터링 수행시의 결과를 비교하였다.

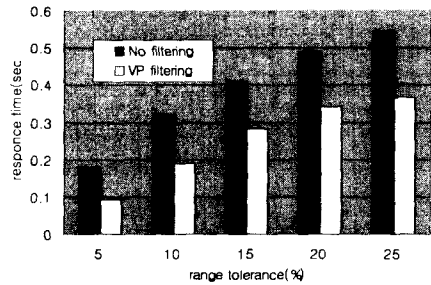
그림 3의 실험 그래프에 나타난바와 같이 단발 노드에 대한 VP 필터링을 수행한 경우에는 적용되지 않은 경우와 비교하여 더 빠른 수행시간을 보여 주었다. 또한, 12차원 이미지 인덱싱의 경우 보다 27차원의 이미지 인덱싱의 경우에 비교적 좋은 성능 향상을 나타내었다. 즉, 제시한 방법은 인덱싱 구성시 차원이 높고 MBR간의 겹침이 많을수록 성능이 향상된다.

5. 결 론

멀티미디어 데이터의 고차원 특성은 검색에 있어 큰 문제점으로 지적되고 있다. 고차원으로 인덱싱을 구성할 경우 많은 겹침을 발생하여 검색 효율을 저하시킨다. 본 논문에서는 이미지 데이터로부터 가중치 이미지 타일 평균 RGB값을 추출하여 이미지를 인덱싱하기 위한 저차원 정보로 이용하였으며, 추출한 저차원 정보에 대한 영역질의 처리 방안으로 단발노드에 VP 정보를 포함한 R*tree를 구성하여 영역질의 처리시 사용하도록 하였다. VP를 이용한 영역질의 방법은 단발노드에서 유사도 계산횟수를 줄임으로써 검색성능을 향상시킴을 실험을 통하여 알아보았다. 제시한 질의 처리 방법은 기존의 영역질의 처리에 비하여 좋은 성능을 보임을 알 수 있었고, 특히 고차원 인덱싱의 경우에 더 좋은 성능을 보였다.



(a) 12차원 이미지 인덱싱



(b) 27차원 이미지 인덱싱

그림 3. 질의처리 결과

참고 문헌

- [1] Antonin Guttman, "R-Trees: A Dynamic Index Structure for Spatial Searching." Proceeding of the ACM SIGMOD Conference, 1984, pages 47-57.
- [2] Norbert Beckmann, Hans-Peter Kriegel, Ralf Schneider, and Bernhard Seeger, The R*-Tree: An Efficient and Robust Access Method for Points and Rectangles., Proceeding of the ACM SIGMOD Conference, 1990, pages 322-331.
- [3] P. N. Yiannilos, "Data Structures and Algorithms for Nearest Neighbor search in General Metric Spaces", ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, 1993, pages 311-321.
- [4] King-Ip Lin, H.V. Jagadish, and Christos Faloutsos, The TV-tree - An Index Structure for High-Dimensional Data, VLDB Journal, 1994, pages 517-542.
- [5] C. Faloutsos, et. al., "Efficient and Effective Querying by Image Content", Journal of Intelligent Information Systemss, Vol. 3, No. 4, 1994, pages 231-261.
- [6] S. Berchtold, D. A. Keim, and Hans Peter Kriegel, The X-Tree: An Index Structure for High-Dimensional Data, Proc. 22th Int. Conf. on Very Large Data Bases, 1996, pages 28-39.
- [7] Tolga Bozkaya and Z. Meral Ozsoyoglu, "Distance-Based Indexing for High-Dimensional Metric Spaces", Proceeding of the ACM SIGMOD Conference, 1997, pages 357-368.
- [8] Byung-Gon Kim, Jung-Woon Han, Jae-Ho Lee, Hae-Chull Lim, "Feature Extraction and Query Processing Technique in Image Database Applications : Design and Evaluation", 2nd International Conference on Advanced Communication Technology, 2000, pages 426-430