

효과적인 이미지 브라우징을 위한 M-tree기반의 인덱싱 방법

유정수^o 낭종호

서강대학교 컴퓨터공학과

yjs@mlneptune.sogang.ac.kr^o jhnang@sogang.ac.kr

M-tree based Indexing Method for Effective Image Browsing

Jeongsoo Yu^o Jongho Nang

Department of Computer Science and Engineering, Sogang University

최근 몇 년 동안, 디지털 카메라 및 카메라 폰의 보급이 급격히 증가함에 따라 대량의 디지털 사진에 대한 구조적인 관리를 통한 효과적인 사진 검색은 매우 중요하게 되었다. 그 동안 “query-by-search” [1,2,3,4]는 대표적인 사진 검색 방법으로서, 사용자는 질의 데이터를 제공하여 이와 비슷한 사진에 대한 검색을 전체 데이터베이스에서 수행하게 된다. 만일 데이터베이스에 저장된 사진의 수가 많다면 검색 반응 속도를 위하여 미리 유사도를 계산하여 검색 범위를 줄이는 인덱싱 구축이 필요하다. 또 다른 검색 방법으로는 브라우징 메커니즘을 들 수 있다. 브라우징은 사용자가 데이터베이스에서의 네비게이션을 통해 원하는 사진을 구조적인 방식으로 찾게 된다[5,6,7,8]. 효과적인 네비게이션을 위해서는 연관된 다수의 사진에 대한 대표 사진을 통해 미리 보기를 제공해야 하며, 따라서 비슷한 사진들끼리 모으는 클러스터링을 필요로 한다. 예를 들어 전체 데이터를 트리 형태의 계층적 클러스터링을 통해 트리의 사용자는 트리의 각 레벨을 위아래로 오가며 TOC(table-of-contents) 효과를 얻을 수 있다. 이와 같은 “query-by-search” 또는 브라우징을 위해서는 데이터의 특징을 표현하는 공간(feature space)과 각 특징 데이터간의 거리 측정(distance measure)이 필요하다. 영상 데이터를 기술하는 대부분의 특징 데이터들은 거리 공간에 존재하고 차원이 높으며 거리 측정의 계산 비용이 높다는 특징을 갖는다. 또한 새로운 데이터의 추가나 기존 데이터의 삭제로 인하여 데이터베이스가 지속적으로 변화하기도 한다.

본 논문에서는 대량의 사진 데이터베이스에 대한 효과적인 사진 검색을 위하여 브라우징을 지원하는 인덱싱 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 대표적인 동적 거리 공간 인덱싱 방법인 M-tree[9]를 기본 구조로 하였다. M-tree는 동적 구축을 지원하고, 노드 크기를 고정함으로써 입출력의 최적화에 초점을 맞추었으며, bottom-up방식의 균형된 트리 구조를 통해 동적 삽입 및 삭제가 자유롭다는 특징을 갖는다. 그러나 M-tree는 기본적으로 pruning을 통한 검색을 목적으로 하고 있으며 브라우징을 직접적으로 고려하지는 않았다. 따라서 본 논문은 검색과 브라우징을 모두 지원하는 인덱싱을 위해서, M-tree의 구조를 기반으로 하면서 삽입 시 노드 선택 방법 및 노드 분할 조건, 노드 분할 방식을 변경 브라우징에 적합하도록 다음과 같이 변경하였다.

1. 삽입 시 노드 선택 - 리프 노드 중 노드에 포함된 오브젝트들과 삽입되는 오브젝트와의 평균 거리가 가장 가까운 노드.
2. 노드 분할 조건 - 노드가 오버플로우 이거나 노드 내의 오브젝트들간의 거리가 임계값보다 클 경우, 임계값은 트리의 레벨에 따라 정해진다.
3. 노드 분할 방식 - Slim Tree[10]의 분할 방식인 MST(minimum-spanning-tree)의 가장 긴 간선을 기준으로 분할.

이와 같은 기존 M-tree에 대한 변경을 통하여 향상된 브라우징 효과를 실험을 통하여 확인하였다. 실험 결과 노드의 응집도는 기존 M-Tree의 0.012에서 0.027로 약 두 배 이상 증가하였으며 클러스터링 정확도는 0.45에서 0.7로 약 1.5배 증가한 것을 나타내었다. 뿐만 아니라 노드 응집도의 증가로 인하여 노드 간의 오버랩(overlap)이 감소함으로써 검색 성능도 약 2배정도 향상된 것으로 나타났다.

참고 문헌

- [1] M. Flickner, H. Sawhney, W. Niblack, J. Ashley, Q. Huang, and B. Dom et al. "Query by image and video content: the qbic system," *IEEE Computer*, vol. 28, no. 9, pp. 23–32, 1995.
- [2] V. Ogle and M. Stonebraker. Chabot: "Retrieval from a relational database of images," *IEEE Computer*, vol. 28, no. 9, pp. 40–48, 1995.
- [3] J. R. Smith and S.-F. Chang. "Tools and techniques for color image retrieval," in *Proceedings of SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Databases*, vol. 2670, pp. 426–437, 1996.
- [4] C. Carson, S. Belongie, H. Greenspan, and J. Malik. "Region-based image querying," in *Proceedings of the IEEE Workshop on Content-based Access of Image and Video Libraries (CVPR)*, pp. 42–49, 1997.
- [5] J. Chen, C.A. Bouman, and J.C. Dalton. "Hierarchical browsing and search of large image databases," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 9, no. 3, pp. 442–455, March 2000.
- [6] S. Krishnamachari and M. Abdel-Mottaleb. "Hierarchical clustering algorithm for fast image retrieval," in *SPIE Conference on Storage and Retrieval for Image and Video databases VII*, pp. 427–435, Jan 1999.
- [7] S. Krishnamachari and M. Abdel-Mottaleb. "Image browsing using hierarchical clustering," in *proceedings of the Fourth IEEE Symposium on Computers and Communications*, July 1999.
- [8] K. Barnard, P. Duygulu, and D. Forsyth. "Clustering art," in *Computer Vision and Pattern Recognition*, December 2001.
- [9] P. Ciaccia, M. Patella, F. Rabitti, and P. Zezula, "Indexing metric spaces with M-tree," *International Conference on Very Large Data Bases*, 1997.
- [10] C. Traina, Jr., A. J. M. Traina, B. Seeger, and C. Faloutsos, "Slim-trees: High performance metric trees minimizing overlap between nodes," in *proceedings of EDBT 2000*, pp. 51–65, Mar. 2000.
- [11] A. Guttman. "R-Tree: A dynamic index structure for spatial searching," in *Proceedings of the 1984 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pp. 47–57, June 1984.
- [12] N. Katayama and S. Satoh, "The SR-tree: An index structure for highdimensional nearest neighbor queries," in *Proceedings of 1997 ACM SIGMOD Int. Conf. Management of data, Tucson, AZ*, pp.369–380, 1997.
- [13] S. Berchtold, D. A. Keim, and H.-P. Kriegel, "The X-tree: An index structure for high-dimensional data," in *Proceedings of 22th Int. Conf. Very Large Databases (VLDB) Conference*, 1996.
- [14] Y. Sakurai, M. Yoshikawa, S. Uemura, and H. Kojima, "The A-tree: An index structure for high-dimensional spaces using relative approximation," in *Proceedings of 26th Int. Conf. Very Large Data Bases*, pp. 516–526, 2000.
- [15] S. Berchtold, C. Böhm, H. V. Jagadish, H.-P. Kriegel, and J. Sander, "Independent quantization: An index compression technique for highdimensional data spaces," in *Proceedings of 16th Int. Conf. Data Engineering*, pp. 577–588, 2000.
- [16] S. Berchtold, C. Böhm, and H.-P. Kriegel, "The pyramid-technique: Towards breaking the curse of dimensionality," in *Proceedings of 1998 ACM SIGMOD Int. Conf. Management of data*, pp. 142–153, 1998.
- [17] M. J. Fonseca and J. A. Jorge, "Indexing high-dimensional data for content-based retrieval in large databases," in *Proceedings of Eighth Int. Conf. Database Systems for Advanced Applications (DASFAA'03)*, pp. 267–274, 2003.
- [18] Uhlmann, J.K. (1991). "Satisfying general proximity/similarity queries with metric trees," *Information Processing Letters*, vol. 40, no. 4, pp.175-179.
- [19] Yianilos, P. N. "Excluded middle vantage point forests for nearest neighbor search.," *Tech. rep., NEC Research Institute*, 1999. Presented at the Sixth DIMACS Implementation Challenge: Near Neighbor Searches workshop, Jan. 1999.
- [20] Iraj Kalantari and Gerard McDonald. "A Data Structure and an Algorithm for the Nearest Point," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 9, pp. 631–634, Sep. 1983.
- [21] Noltemeier, H., Verbarg, K., and Zirkelbach, C. 1993. "A data structure for representing and efficient querying large scenes of geometric objects: MB* trees," in *Geometric Modelling, G. Farin, H. Hagen, H. Noltemeier, and W. Knödel, Eds. Springer-Verlag*, pp. 211-226, 1993.
- [22] R. Weber, H. Schek, and S. Blott, "A quantitative analysis and performance study for similarity-search methods in high dimensional spaces," in *Proceedings of Int. Conf. on VLDB*, pp. 194–205, 1998.
- [23] G. Cha, X. Zhu, D. Petkovic, and C.W. Chung, "An efficient indexing methods for nearest neighbor search in high dimensional image databases," *IEEE Transaction on Multimedia*, vol. 4, no. 1, pp. 76–87, 2002.