

이미지 검색을 위한 공간관계 감소규칙

이수철^o 황인준

아주대학교 정보통신 전문대학원

{juin^o, ehwang.}@ajou.ac.kr

Reduction rules of spatial relationships for image retrieval

SooCheol Lee^o EenJun Hwang

Graduate School of Information and Communication, Ajou University

요 약

이미지를 비롯한 멀티미디어 데이터의 검색시스템에서 객체들 간의 공간 관계는 이미지를 표현하는 중요한 요소 중의 하나이다. 본 논문에서는 기존의 검색 방식과는 달리 이미지에 나타나 있는 객체들 간의 다양한 공간 관계 감소규칙을 제안한다. 이것은 이미지 오브젝트간의 공간관계를 수를 줄여주고 질의처리속도를 빠르게 해준다. 특히 기존의 2차원 이미지뿐만 아니라 3차원 이미지에서도 본 논문에서 제안하는 방법을 적용할 수 있다. 마지막으로 실제 실험을 통해서 제안된 감소규칙의 성능을 평가하였다.

1. 서 론

최근 다양한 분야에서의 디지털 이미지 사용이 확대됨에 따라 일반 사용자의 이미지 데이터베이스 접근 역시 늘어나게 되어 점차 질의의 효율성과 편리성에도 중점을 두는 시스템이 개발되었다. 사용자가 질의에 직접 표현하기 어려운 포괄적인 특성 외에 다양한 이미지의 특성을 검색에 이용하려는 시도가 있었고, 이에 따른 새로운 형태의 질의 방식인 스케치에 의한 질의(Query by sketch)가 제안되었다. 스케치에 의한 질의 방식의 검색 시스템에서는 사용자가 직접 그리기 도구를 이용하여 검색하고자 하는 이미지의 전체 또는 일부분을 질의 이미지로 작성하므로 이미지 내의 각 물체의 색, 모양, 오브젝트의 배치 등 다양한 특성들을 표현 할 수 있게 되었다. 시스템에 따라 검색의 효율성을 고려하여 이 특성들 중의 일부를 채택하여 사용하게 되는데, 검색의 효율성에는 검색 속도와 검색의 성공률 등이 모두 포함된다. 하지만, 이것은 사용자가 작성한 질의는 검색하고자 하는 목표 이미지와는 전혀 다른 검색 결과가 나올 수 있는 확률이 높다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 이미지 오브젝트간의 공간 관계를 이용한 공간 유사도 기반 이미지 검색(Spatial similarity-based Image Retrieval) 기법을 사용한다. 이것은 격자 상에서의 위치관계를 2-D string을 사용해 표현해, 질의와 유사한 공간 관계를 가진 이미지를 검색하는 기법이다.

본 논문에서는 공간관계를 보다 간결하게 표현할 수 있도록 감소규칙(Reduction rule)을 제안하고, 실제 시스템에서 이 규칙을 적용하여 성능을 평가하였다.

2. 관련연구

QBIC[4]은 내용기반 검색을 이용한 대표적인 시스템으로 이미지를 효율적으로 관리, 조직하고 탐색하는 도구이다. IBM에서 개발되었으며, 데이터베이스에 저장된 이미지에 대해 시각적인 내용으로 질의를 할 수 있다. 이미지에 포함된 객체는 다르지만 색상이 유사한 경우 더 정확한 질의를 하기 위해 키워드나 텍스트를 사용한다. 또 다른 내용기반 검색 시스템들은 보다 정확한 이미지 표현방법을 사용하는데 이것으로는 Virage와 Chabot[3]이 있다. 하지만 대부분의 검색 시스템들은 이미지 오브젝트간의 공간 정보에 대해서는 전혀 고려를 하고 있지 않다.

2D-String[1]을 이용한 공간관계 표현기법은 x축과 y축에 따라서 이미지 오브젝트를 표현하는 것으로 이미지에 있는 오브젝트간의 방향(direction)관계를 스트링형태로 표현하고, 2D-H, 2D-PIR과 같은 확장된 형태의 오브젝트 표현법이 있다. 2D-H string과 2D string은 단지 방향 관계만을 표현하지만 2D-PIR string은 이미지 오브젝트간의 방향과 위상 관계를 표현함으로써 다른 표현 기법보다 효율성 면에서 뛰어나다.

3. 공간정보 분석

데이터베이스 내의 모든 이미지들은 각각이 독특한 특성을 가진 오브젝트들로 구성되어 있고, 이러한 오브젝트들간에는 다양한 공간 관계를 가지고 있다. 공간 관계는 상대 좌표와 절대좌표로 표현할 수 있고, 2차원 공간에서 오브젝트 O 의 공간 위치 좌표 P 는 다음과 같이 $P_0 = (X_0, Y_0, Z_0)$ 로 나타낼 수 있다. 각 이미지들은 n 개의 이미지 오브젝트를 가지고 있기 때문에 $P = P_1, P_2, \dots, P_n$ 개의 위치 좌표를 표현 할 수 있다. 각 위치 좌표에 해당하는 오브젝트에는 의미적(semantic) 정보를

가지고 있기 때문에, 이러한 정보를 주석처리 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 위치 좌표를 공간 위치 점

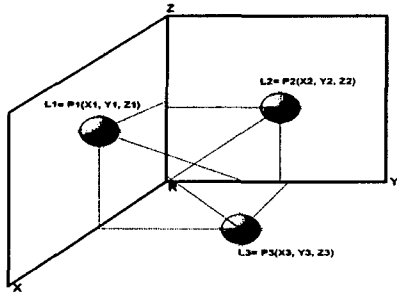


그림 1 공간 위치 점

(spatial location point)[2]라고 명명한다.

정의 1. 공간 관계 그래프는 $\langle V, E \rangle$ 의 쌍으로 이루어져 있다.

- * $V = \{L1, L2, L3, \dots, Ln\}$ 은 노드의 집합이고, 오브젝트를 표현한다.
- * $E = \{e1, e2, e3, \dots, en\}$ 은 엣지의 집합이고, 노드간의 연결된 엣지에 공간 관계를 레이블링 한다.

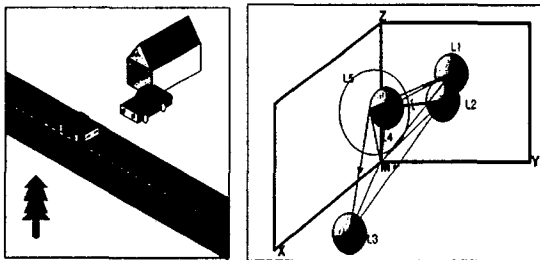


그림 2 원본 이미지와 공간관계 그래프

정의 1에 따라서 공간관계를 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$V = \{L1, L2, L3, L4, L5\}$$

$$Rel = \{L1 \wedge M\}, \{L1 \% L2\}, \{L1 \wedge L3\}, \{L1 \wedge L4\}, \{L1 \wedge L5\}, \{L2 \wedge M\}, \{L2 \% L1\}, \{L2 \wedge L3\}, \{L2 [L4\}, \{L2 [L5\}, \{L3 < M\}, \{L3 > L1\}, \{L3 > L2\}, \{L3 > L4\}, \{L3 > L5\}, \{L4 \wedge L1\}, \{L4 \cap L1\}, \{L4 \wedge L2\}, \{L4 \wedge L3\}, \{L4 \% L5\}, \{L5 \cup L1\}, \{L5 [L2\}, \{L5 \wedge L3\}, \{L5 \bullet L4\}$$

4. 공간관계를 위한 감소규칙들

공간관계를 줄이기 위해서, 본 논문에서는 여러 가지 감소규칙을 제안한다. 감소규칙은 공간관계에서 중복되거나 유추할 수 있는 관계들을 제거함으로써 공간관계를 간결하게 만들어 준다. 본 논문에서 제안하는 감소규칙은 여섯 가지로 나뉘어져 있다.

* 규칙-1(Transitivity): 이 규칙은 공간관계의 이행적 특징을 사용하는 것이다. 예를 들면, A left of C는 A left of B와 B left of C를 통해서 유추 할 수 있다.

* 규칙-2(Interaction I): 이 규칙은 left, right, upper, below와 overlap에 해당하는 규칙이다. 예를 들면 A left of C는 A inside B와 B left C를 통해서 유추 할 수 있다.

* 규칙-3(Interaction II): 이 규칙은 left, upper, outside와 inside에 해당하는 규칙이다. 예를 들면 A left of C는 A inside B와 B left C를 통해서 유추 할 수 있다.

* 규칙-4(Symmetry): 이 규칙은 overlap과 outside간의 대칭성을 이용한 것이다. 예를 들면 A overlap B 이면 B outside A 임을 유추할 수 있는 것과 같다.

* 규칙-5(Disjointness): 이 규칙은 두개의 오브젝트가 서로 떨어져 있음을 이용하는 것이다. 예를 들면 A outside B는 A left B나 A right B와 같은 것을 이용해서 유추 할 수 가 있다.

* 규칙-6(Overlap): 이 규칙은 하나의 오브젝트가 다른 오브젝트 안에 있을 때 사용하는 것이다. 예를 들면 A overlap B는 A inside B를 통해서 유추 할 수 있고, 또한 C inside A와 C overlap B를 통해서도 유추 할 수 있다.

위의 규칙들을 이용해 그림 2의 공간관계를 아래와 같이 간결하게 표현할 수 있다.

$$V = \{L1, L2, L3, L4, L5\}$$

$$Rel = \{L1 \wedge M\}, \{L1 \% L2\}, \{L1 \wedge L3\}, \{L1 \wedge L4\}, \{L1 \wedge L5\}, \{L2 \wedge L3\}, \{L2 [L4\}, \{L2 [L5\}, \{L3 > L1\}, \{L3 > L4\}, \{L3 > L5\}, \{L4 \wedge R\}, \{L4 \wedge L3\}, \{L4 \% L5\}, \{L5 \bullet L4\}$$

5. 시스템 구현과 성능분석

구현된 이미지 검색시스템은 이미지 오브젝트간의 공간 관계를 분석할 수 있는 부분, 질의와 브라우징을 할 수 있는 GUI로 나누어져 있다. 본 시스템은 이미지와 윈도우 디스플레이와 같은 API를 사용해서 구현되었기 때문에 Java 2D, 3D와 JAI(Java Advanced Imaging)를 사용하였고, 공간정보와 다른 특징(색상, 키워드)을 저장하기 위해서 XML전용 데이터베이스인 eXcelon을 사용하였다. 그림 3은 이미지 검색시스템의 구조를 나타낸다.

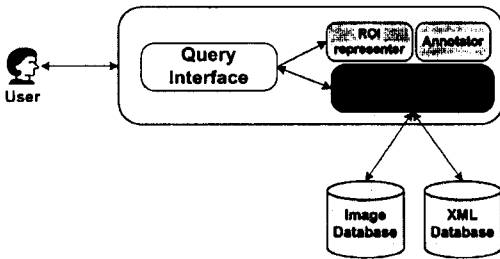


그림 3 이미지 검색시스템 구조

구현된 이미지 검색시스템의 실행 화면은 그림 4와 같다.

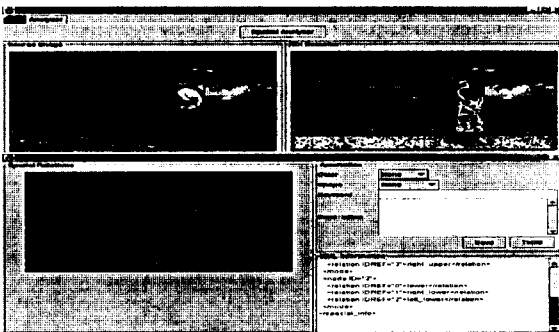


그림 4 실행화면

실행 화면에서 오른쪽의 원본 이미지에서 사용자가 관심영역을 선택하게 되면 왼쪽에는 이에 따르는 ROI이미지가 Edge detection된 상태로 나타내게 된다. 그 아래의 화면에서는 사용자가 선택한 ROI영역간의 공간관계 그래프와 각 이미지 오브젝트에 주석처리를 할 수 있는 인터페이스가 있다.

5.1 성능분석

실제 시스템에서 본 논문에서 제안하고 있는 감소규칙을 적용하여 두 가지 성능분석을 하였다. 첫째는, 오브젝트의 증가에 따른 공간관계의 수를 규칙을 적용했을 때

와 그렇지 않을 때로 나누어서 성능을 평가하였다. 둘째는 질의 오브젝트수에 따른 결과 응답시간을 조사하였다. 아래는 성능분석 결과를 그래프로 표현한 것이다.

그림 5에서 알 수 있듯이 감소규칙을 사용하는 것이

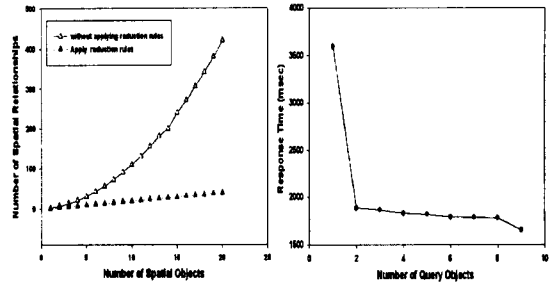


그림 5 성능분석 그래프

규칙을 사용하지 않는 것보다 성능 면에서 우수함을 알 수가 있다.

6. 결론

공간 정보의 왜곡을 완화하기 위해서는 이미지 오브젝트간의 위치 관계를 비교하는 기법을 많이 사용하지만 공간관계의 수가 이미지 오브젝트의 수에 따라서 기하급수적으로 증가한다는 문제점을 가지고 있다.

이 문제를 해결하기 위해서, 본 논문에서는 공간관계의 수를 줄이기 위한 감소규칙을 제안하였고, 이 규칙을 기반으로 이미지 검색 시스템을 구현하였다. 그리고 시스템의 성능분석을 통해서 제안된 규칙의 성능을 분석하였고, 기존 시스템보다 성능 면에서 우수함을 알 수 있었다.

7. 참고문헌

- [1] S. Chang, Q. Shi and S. Yan, Iconic indexing using 2-D strings, *IEEE Trans. on Pattern Analysis & Machine Intelligence*, Vol. 9, No. 3, pp. 413-428, 1987.
- [2] S. Lee and E. Hwang, Spatial Similarity and Annotation-Based Image Retrieval System, *IEEE Fourth International Symposium on Multimedia Software Engineering*, Newport Beach, CA, December 2002.
- [3] V. E. Ogle and M. Stonebraker, Chabot: Retrieval from a Relational Database of Images, *IEEE Computer*, Vol. 28, No. 9, September 1995.
- [4] W. Niblack, et al. The QBIC project: Query images by content using color, texture and shape, *SPIE V 1908*, 1993.