

영상 특징 선택을 위한 유전 알고리즘

신영근⁺⁰ 박상성⁺ 장동식⁺
고려대학교 산업시스템정보공학과⁺
{toctop, hanyul, jang}@korea.ac.kr⁺

Genetic Algorithm for Image Feature Selection

YoungGeun Shin⁺⁰ SangSung Park⁺ DongSik Jang⁺
Dept. of Industrial Systems and Information Engineering, Korea University⁺

Abstract

As multimedia information increases sharply, in image retrieval field the method that can analyze image data quickly and exactly is required. In the case of image data, because each data includes a lot of informations, between accuracy and speed of retrieval become trade-off. To solve these problem, feature vector extracting process that use Genetic Algorithm for implementing prompt and correct image clustering system in case of retrieval of mass image data is proposed. After extracting color and texture features, the representative feature vector among these features is extracted by using Genetic Algorithm.

1. 서론

멀티미디어와 정보통신의 발달과 더불어 정보검색은 사용자에게 정보 접근의 편리함을 제공해주고 있다. 기존의 키워드 검색에 의한 정보 검색은 사용자의 의미론적 접근과는 상반된 정보를 제공하고 있어 현재는 다른 매체에 비해 정보 전달의 효과가 큰 영상검색이 활발히 연구되고 있다. 대량의 이미지 데이터를 대상으로 검색을 할 경우, 신속한 검색을 위한 클러스터링이 필수적이다.[1] 그러나 대량의 이미지 데이터를 적절하게 클러스터링 하기에는 많은 어려움이 따른다. 또 기존의 유사도에 따른 검색 방법은 검색의 정확도 또한 떨어지고 많은 검색 시간을 필요로 한다. 그 첫 번째 문제점은 잘못된 대표 특징벡터 추출로 인한 검색 결과의 국부해 검출, 두 번째는 검색 성능 저하이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 대표성을 가질 수 있는 영상의 특징을 추출하기 위해 유전자 알고리즘을 이용하여 특징 벡터를 추출하는 알고리즘을 제안한다.

2. 특징 추출

일반적으로 내용기반 영상 검색에서는 색상, 질감, 모양의 3가지 특징치가 있다. 본 논문에서는 주로 자연영상의 검색이 이뤄지므로 검색에 쓰일 특징치로 모양은 제외한다.

2.1 색상 특징 추출

내용기반 영상검색에서 대표적인 특징으로는 RGB, HSV, YIQ, YUV 등과 같은 모델이 있다[2][3]. 본 논문에서는 이 중에서도 특히 인간의 시각 능력에 유사한 색상 모델인 HSV모델을 사용하여 영상의 색상 정보 추출을 하였다. 논문에서는 GA에 의한 대표 특징치 추출을 위하여 영상을 150 x 150 영상으로 사이즈를 고정시킨 후 15 x 15 블록으로 영상을 일정한 크기의 영역으로 나뉘었으며 각 영역에서 HSV의 연합된 히스토그램(Joint Histogram)을 구하고 그중에 가장 두드러진 h, s, v를 구해서 그 영역에서의 대표적 특징값으로 삼았다. 그리하여 총 675개의 입력벡터를 구하였다.

2.2 질감 특징 추출

영상에 있어서 질감의 분석은 컴퓨터 비전에서 상당히 중요한 분야이다. 대부분의 자연 영상은 질감을 포함하고 있으며 이러한 영상으로는 나무, 잔디가 포함된 영상을 들 수 있다. 이러한 영상들은 색상과 모양 정보보다는 질감정보를 사용하여 구분하는 것이 매우 편리하다. 따라서 질감의 특징을 영상검색에 사용하였다.

질감 특징으로는 gray-level co-occurrence matrix를 이용하여 얻을 수 있는 여러 개의 질감 특징 중 영상의 혼잡도를 나타내는 엔트로피 특징을 추출하였다. 질감 특징을 얻기 위해 한 영상을 15x15영역으로 나누어 각 영역의 4방향(0°, 90°, 45°, 135°)에 대해 정규화된 gray-level co-occurrence matrix를 계산해야 한다.

각 엔트리(Entry)의 값(Frequency)을 통해 각 방향 당 엔트로피를 구한 후 값들을 정규화하여 특징치를 얻는다.

* 본 연구는 2006년도 두뇌한국 21 사업에 의하여 지원되었음

3. GA를 이용한 최적의 대표 특징치 추출

유전 알고리즘은 최적의 해를 찾는 도구로서 사용되고 있다. 기존의 임의 탐색 알고리즘은 탐색과정에서 얻어진 정보를 이용할 수 없지만 유전자 알고리즘은 탐색 과정의 정보를 이용하여 새로운 탐색에 참고하는 기능과 주어진 판단기준에 따라 해를 탐색하는 적응(Adaptive) 기능을 가지고 있다. 유전자 알고리즘은 일종의 진화를 해나가면서 결과를 산출해 내는 방법이다. 아래의 그림 3.1는 제안된 알고리즘에 의한 처리과정이다.

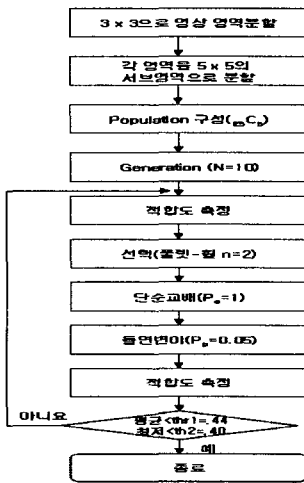


그림 3. 1 제안된 알고리즘에 의한 처리과정

3.1 특징벡터 인코딩

특징은 색상특징치인 h, s, v, 질감 특징치인 entropy 각각에 대해 인코딩하여 최적의 대표 특징치를 찾아낸다. 그림 3.2는 특징벡터의 영색체 구조이다.

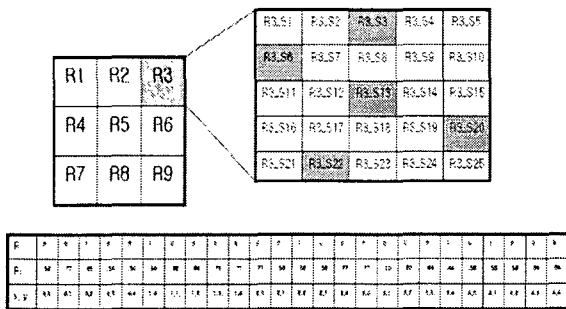


그림 3.2 영색체 구조

선택된 서브 영역은 1비트로 해당 비트에 들어가고 선

택되지 못한 서브영역은 0이 들어간다. 이렇게 하여 25개 중 5개만을 랜덤하게 대표 특징치를 뽑는다. 총 25비트 1의 값을 갖는 비트 수는 5개가 되는 것이다.

3.2 fitness function

일반적으로 각 영역의 특징치는 영역 내의 픽셀값들의 평균치나 히스토그램의 최빈수를 이용하는 것이 일반적이다. 하지만 이러한 방법으로 구한 값들은 local minima에 빠지기 쉽다. 왜냐하면 픽셀의 평균치 방법은 영상에 왜곡된 정보가 일부 영역에 집중되어 있을 경우 대표 특징치가 local minima에 빠지며 히스토그램 최빈수 방법은 영상에 일정한 패턴의 노이즈가 있을 경우 이러한 노이즈를 대표 특징치로 수령한다면 역시 local minima에 빠진다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결 하면서 각 샘플 서브 영역간의 유사도를 보증할 수 있는 다음의 조건을 fitness function으로 제안한다.

1) 일관성을 위한 조건

균질성은 분할된 각 영역들의 내부 성질 즉, 밝기 성분, 질감 등이 서로 비슷하고 일관성이 있어야 한다는 것이다. 이러한 성질을 만족하려면 수치로 표현할 수 있는 분산을 균질성의 척도로 사용한다. 만약 이 영역이 같은 픽셀 값을 많이 가지는 영역이라면 분산의 값은 작은 값을 가질 것이다. 그리고 모든 영역에 대한 분산의 합을 구하여 가장 작은 값을 가지는 것이 균질성을 잘 만족하는 분할이 된다. 영역 r_1 의 분산을 Q_{r_1} 라 하면 다음 식으로 구할 수 있다.

$$Q_{r_1} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (p_i - \bar{p})^2 \quad (3.1)$$

5는 각 영역에 해당하는 서브영역의 수를 말하고 p_i 는 i 번째 뽑힌 해당 서브 영역의 평균 또는 최빈수 픽셀값이다. 마지막으로 \bar{p} 는 5개의 서브 영역의 값의 평균이다. Q_{r_1} 의 값이 작아질수록 그 영역은 비슷한 픽셀들을 많이 포함하고 있으므로 Q_{r_1} 의 값이 작아지는 방향으로 진화시켜야 한다.

2) 노이즈에 강건하기 위한 조건

랜덤하게 뽑힌 서브 영역이 노이즈에 집중된 것을 막기 위해 각 영역간의 거리를 유클리디안 디스턴스를 이용하여 구한 뒤 합한다. 이것은 영상의 일부 영역에 섞여 있는 노이즈만 샘플링 단계에서 뽑히는 것을 방지하기 위한 값이다. 다시 말하면 서브 영역이 전 영역에서 골고루 뽑히도록 함이다.

만약, 노이즈 영역만 샘플링하여 평균값을 구할 경우 정보검색 시 결과가 local minima에 빠진다.

즉, Q_{r_2} 값이 커지면 커질수록 샘플은 영상 전역에서 골고루 뽑힌 것이라 볼 수 있다. 반대로 Q_{r_2} 값이 작아지

면 작아질수록 샘플은 한 영역에서 조밀하게 샘플링된 것이라 볼 수 있다.

$$Q_{12} = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (3.2)$$

여기서 (x_i, y_i) 는 서브 영역 P_i 의 좌표값이다.

3) 일정한 패턴에 강건하기 위한 조건

히스토그램 최빈수를 이용하면 영상 특징치와는 무관하게 패턴이 있는 경우에선 다수에 패턴을 최빈수로 수령하여 부적합한 대표 특징치를 추출하게 된다. 예를 들어 영상의 외곽 테두리에 검은색의 띠가 있을 때 대표 특징치는 이 패턴에 수령하게 된다. 이러한 수직수평간의 인접성을 배제하기 위하여 다음과 같은 수식을 제안하였다.

$$Q_{13} = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 \min(x_i - x_j, y_i - y_j) \quad (3.3)$$

Q_{13} 가 커지면 인접성이 적은 것이고 Q_{13} 가 작아지면 인접성이 많아지는 것이다.

유전자 알고리즘에서 문제의 해를 찾는 기준은 바로 적합도 혹은 목적함수이다. 본 논문에서는 최적의 대표 특징치 추출을 위하여 적합도는 다음과 같이 정의한다.

$$F = \lambda Q_{11} + \frac{1}{Q_{12}} + \frac{1}{Q_{13}} \quad (3.4)$$

F는 적합도 함수이고 서로 다른 성격의 값을 합하므로 상대적인 가중치 λ 를 주었고 실험에서 λ 의 값은 1로 하였다.

3.3 초기집단

개체군의 경우 서브영역 별로 $25C_5$ 개의 Population이 검색체로 구성된다. 이렇게 구성된 개체군에서 랜덤으로 10개의 제 1세대의 검색체를 추출한다.

3.4 선택

검색체 선택은 적합한 검색체일수록 생존 확률이 높도록 하기 위해, 순위 기반의 룰렛 휠 방법을 사용한다. 룰렛 휠은 전체 모집단에 있는 각 개체의 적합도를 구하고 이들을 모두 합한 후 그 값으로 각 개체의 적합도를 나누어 상대적인 비율을 구하게 하여 선택확률로 사용하는 방법이다. 이러한 가정을 통해 두 개의 부모 검색체를 선택한다.

3.5 교배

일반적으로 교배는 초기 진화를 주도하는데 여기서는 단순 교배를 사용한다. 모집단 전체 중에서 교배 확률에 따라서 두 개의 개체가 선택되면 이들에 대해서 하나의 포인트를 임의로 선택하고 이를 기준으로 두 검색체를

포인트를 기준으로 서로 교환하여 진화를 유도한다. 이 과정을 거치고 나면 선택된 두 개의 부모에 대하여 새로운 두 개의 자식 개체가 생긴다. 이때 교배 확률은 1로 하였다.

3.6 돌연변이

극부 최적에 빠지는 것을 방지하기 위해 one-포인트 돌연변이를 실시하였다. 단, 여기서 만약 최종적으로 돌연변이 한 비트열에 '1'의 개수가 다섯 개가 넘으면 돌연변이를 다시 실시한다. 이것은 비트행렬의 '1'의 개수가 5개가 될 때 까지 계속 수행한다. 돌연변이 확률은 0.05로 하였다.

3.7 매개변수 선언과 학습 중지

- ▶ 교배확률 = 1.0
- ▶ 돌연변이 확률 = 0.05

GA 알고리즘을 통하여 1세대가 만들어지고 이렇게 만들어진 세대는 적합도 측정을 통하여 선택, 교배, 돌연변이를 하게 된다. 과정을 모두 거친 후 1세대의 개체군의 평균 적합도가 threshold1=0.44보다 작고 최저 적합도가 threshold2=0.40보다 작다면 이 알고리즘은 학습을 중지하고 최저값을 가지는 검색체를 선택하게 된다. 만약 위의 조건을 만족하지 못하면 적합도 측정, 선택, 교배, 돌연변이를 다시 수행하게 된다.

4. 결론

대용량 데이터를 다루는 멀티미디어 정보검색에서는 데이터 처리량 감소와 accuracy 향상을 요구한다. 이를 위해 본 논문에서는 영상의 특징 벡터인 컬러와 텍스처 벡터에서 대표성이 있는 데이터만을 유전알고리즘으로 추출함으로써 처리량 감소와 accuracy 향상이 기대된다. 향후 과제는 온라인에서의 검색 시스템 구현과 모양정보를 이용한 상품검색 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] S.-S. Park, K.-K. Seo, D.-S. Jang, Expert system based on artificial neural networks for content-based image retrieval, Expert Systems with Application, volume 29, issue 3, p 589-597, 2005
 [2] Ioannis Pitas, Digital Image Processing Algorithms, Prentice Hall, England Cliffs, NJ, 1993
 [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, 1993