

# 감성적 영상검색을 위한 인간과 유전자 알고리즘의 상호작용

이주영, 조성배  
연세대학교 컴퓨터과학과

## Human-Genetic Algorithm Interaction for Emotional Image Retrieval

Joo-Young Lee and Sung-Bae Cho  
Department of Computer Science, Yonsei University

### 요 약

내용기반 영상검색 방법은 영상 데이터베이스 검색 분야에서 최근 활발히 연구되고 있는데, 기존의 키워드기반 검색방법에 비해 보다 효율적인 데이터의 관리와 검색 방법을 제공한다. 그러나 데이터의 양이 증가하고 널리 이용됨에 따라 검색 과정에 사용자의 직관과 선호도를 반영한다면 보다 사용자의 만족도가 높은 검색 결과를 제공할 수 있을 것이다 이러한 검색 시스템을 개발하기 위하여 이제까지 대화형 유전자 알고리즘을 이용한 감성기반 영상검색 방법을 개발하여 왔다 이것은 목적함수가 명시적으로 정의될 수 없는 경우 사용자의 판단을 적합도 함수로 사용하는 유전자 알고리즘이라 할 수 있다 이 방법은 구체적으로 표현될 수 있는 영상 뿐 아니라 추상적인 감성을 이용하여 영상을 검색할 수 있도록 한다 본 논문에서는 2000개의 영상 데이터를 대상으로 주관적 실험을 하여 그 유용성을 입증하고자 한다 이 실험에 대한 통계적 분석 결과 감성적 영상 검색을 위한 유전자 알고리즘의 적용이 유용하다는 것을 알 수 있다.

## 1. 서 론

내용기반 영상검색 방법은 영상 데이터베이스 검색 분야에서 최근 활발히 연구되고 있는데, 기존의 키워드기반 검색방법에 비해 보다 효율적인 데이터의 관리와 검색을 가능하게 한다[1] 그러나 데이터의 양이 증가하고 널리 이용됨에 따라 검색 과정에 사용자의 직관과 선호도를 반영한다면 보다 사용자의 만족도가 높은 검색 결과를 제공할 수 있을 것이다

이러한 검색 시스템을 개발하기 위하여 이제까지 대화형 유전자 알고리즘을 이용한 감성기반 영상검색 방법을 개발하여 왔다[2]. 이것은 목적함수가 명시적으로 정의될 수 없는 경우 사용자의 판단을 적합도 함수로 사용하는 유전자 알고리즘이라 할 수 있다. 이 방법은 구체적으로 표현될 수 있는 영상 뿐 아니라 추상적인 감성을 이용하여 영상을 검색할 수 있도록 한다 또한 영상의 특징을 추출하기 위해서 웨이블릿 변환을 사용하였다 이것은 다해상도 에지 검색을 가능케 함으로써 영상의 특징을 추출하는데 장점을 보인다[3].

지금까지 시스템의 효율성을 테스트하기 위해서 단순한 설문 조사에 의존해 왔다. 그러나 시스템의 특성 상 주관적인 결과를 내기 때문에 객관적인 평가가 어렵다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 주관적 실험과 더불어 통계적인 성능 평가방법의 도입이 필요하였다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 2000개의 영상 데이터를 대상으로 하여 주관적 실험을 한 후 통계적인 방법에 의해서 분석하여 그 유용성을

입증하고자 한다.

## 2. 연구 배경

대화형 유전자 알고리즘은 목적함수가 명시적으로 정의되지 않을 경우 적합도 함수로 사람의 판단을 채택하는 유전자 알고리즘이다 이러한 특성은 사람의 주관적 평가에 기반한 시스템을 개발하는데 적합하다 예를 들면 디자인 영역이나 작곡과 같이 인간의 기호를 반영하며 최적화를 요구하는 시스템의 개발 시 개인의 판단 이외에는 이 시스템의 성능을 평가할 방법이 존재하지 않는다 이러한 경우 대화형 유전자 알고리즘은 사람으로 하여금 심리적인 공간 상에서의 잠재적인 목표와 실제 시스템에서 생성한 결과 사이의 차이를 평가하게 하고 다른 한편으로는 유전자 알고리즘으로 하여금 파라미터 공간을 탐색하게 한다. 즉, 대화형 유전자 알고리즘은 사람과 유전자 알고리즘을 상호협동하게 함으로써 두 공간상의 대응관계에 기반한 최적화된 시스템의 개발을 가능하게 하는 기술이다.

그러나 대화형 유전자 알고리즘의 가장 큰 문제는 평가자로서의 사람이 느끼는 피로함이 크기 때문에 많은 세대를 거쳐 진화시킬 수 없고 작은 집단 내에서 탐색이 이루어져야 한다는 점이다 이 문제점을 해결하기 위해 입력 인터페이스와 디스플레이 인터페이스를 향상시키는 법, 유전자 알고리즘의 수렴을 가속화시키는 방법과 같은 여러 가지 개선 방안이 연구되고 있다[4].

### 3. 대화형 유전자 알고리즘을 이용한 영상 검색

전체적인 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 우선 전처리 단계에서 웨이블릿 변환에 의해 영상으로부터 특징을 추출하고, 효율적인 영상 검색을 위해 추출된 특징을 저장한 탐색 테이블을 구성한다. 시스템은 임의의 영상 12개를 제시한 후 사용자로부터 영상에 대한 적합도를 획득한다. 얻어진 적합도를 기반으로 유전 연산자를 적용하여 새로운 검색체 집단을 생성하고 유사도 비교에 의해 새로운 영상의 집단을 12개 얻는다. 이를 후보 영상으로 다시 사용자에게 제시한다. 이때 만일 제시된 영상 중 사용자가 원하는 영상이 없을 경우에는 새 영상을 다시 검색하는 단계로 돌아갈 수 있다

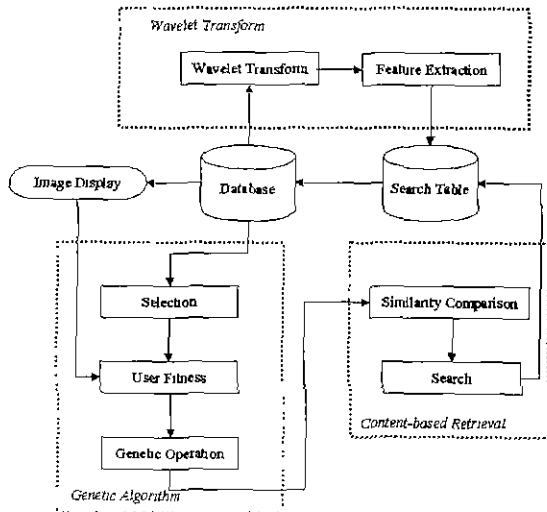


그림 1 시스템의 구조

본 논문에서는 그림 2와 같이 웨이블릿 계수를 검색체로 표현한다. 계수들 중 각 색상 채널마다 가장 큰 50개의 계수를 선정해 3×50 크기의 검색체를 구성한다. 이 값은 영상의 평균 색상을 나타내는 스케일링 계수와 영상의 형태를 나타내는 웨이블릿 계수이며, 따라서 각 영상의 검색체는 그 영상의 특징을 표현한다.

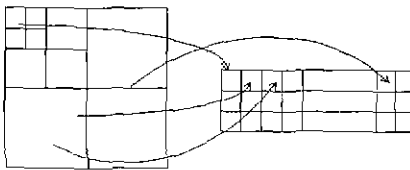
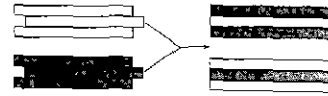


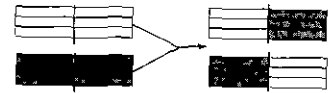
그림 2 유전자 코드 표현

본 시스템에서는 사용자로부터 적합도 값을 얻음으로써 영상검색 도중에 사용자의 취향, 선호 등의 의도를 반영할 수 있는 방법을 제공한다. 따라서 사용자가 따뜻한 느낌, 혹은 우울한 느낌 등 감각에 의한 영상 검색을 원하거나, 원하는 영상이 명확하지 않을 경우에도 검색을 수행할 수 있다

사용자에게서 얻은 적합도를 기반으로 새로운 집단을 구성할 개체를 결정하는 선택 연산자로는 기대값 전략을 사용하고, 유전 연산자로는 1점 교차 연산자를 사용하는데 그림 3과 같이 3×50 크기의 검색체 중 색상을 교차하는 수평교차 연산자와 형태를 교차하는 수직교차 연산자를 사용한다.



(a) 수평 교차 연산자



(b) 수직 교차 연산

그림 3 수평/수직 교차 연산자

검색은 교차 연산자를 적용한 후 적합도가 높은 12개의 검색체에 해당하는 새로운 영상을 찾아내는 과정이다. 이때 사용자로부터 높은 적합도를 얻은 영상을 목표 영상으로, 데이터베이스 상의 영상들을 후보 영상으로 정의하고 새로운 후보 영상을 선정하기 위해 목표 영상과 후보 영상의 유사도를 측정한다. 이 측정은 각 영상의 검색체 정보를 기반으로 이루어지며, 유사도 측정의 식은 다음과 같다.

$$\|Q, T\| = w_0 |Q[0,0] - T[0,0]| + \sum_{i,j} w_{i,j} |Q[i,j] - T[i,j]|$$

$Q[0,0]$ : 후보 영상의 전체 평균 값

$T[0,0]$ : 목표 영상의 전체 평균 값

$Q[i,j]$ : 후보 영상의 웨이블릿 계수 ( $i \neq 0, j \neq 0$ )

$T[i,j]$ : 목표 영상의 웨이블릿 계수 ( $i \neq 0, j \neq 0$ )

### 4. 실험 및 분석

#### 4.1 환경

이 시스템은 펜티엄 PC에서 Visual C++를 이용해 구현되었다. 현재 영상데이터베이스는 2000개의 256×256 JPEG영상으로 구성되어 있다. 구현된 시스템의 사용자 인터페이스는 그림 4와 같다. 초기 집단은 데이터베이스 내에서 임의로 선택된 영상들로 구성된 다.

이 영상들 중 사용자가 자신이 찾기 원하는 영상과 비슷하다고 생각되는 분위기의 영상들에 대해 슬라이드바로 적합도를 주면 그 값을 기반으로 유전자 알고리즘에 의해 다음 세대를 생성하여 화면에 보여준다. 이 과정을 사용자가 원하는 영상을 찾을 때까지 반복한다. 탐색 효율을 높이기 위해서 다음 세대에서 결과가 나빠졌다면 이전 세대로 되돌아 갈 수 있는 방법을 제공하였다. 또한 사용자가 색상의 가중치를 조절할 수 있게 함으로 영상 탐색과정 중 동적으로 색상의 비중을 조절할 수 있도록 하였다. 본 실험에서는 색상 가중치를 5.0으로 하였다.

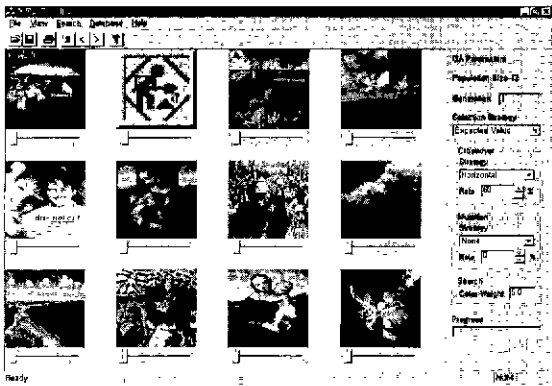


그림 4. 시스템의 사용자 인터페이스

#### 4.2 심리적 테스트

사용자 입장에서 시스템에 대한 만족도를 알아보기 위해 심리적 테스트를 수행하였다. Sheffe의 쌍비교 방법은 실험자가 시스템을 사용해 찾은 영상을 객관적 지표로 선정된 영상과 비교하여 얻어진 차에 따라 검색되어진 영상에게 점수를 주도록 하는 심리적 실험 방법이다. 이 방법은 각 개인이 찾아진 영상에 대해 너무 주관적인 평가를 하는 것을 방지하고 객관적인 지표를 기준으로 검색된 영상을 평가할 수 있도록 한다. 이 방법을 통해서 얻어진 차에 대한 의미는 통계학적인 방법을 이용해 분석한다.

먼저 객관적 지표를 만들기 위해 2000개의 영상 데이터베이스 중에서 임의로 500개의 영상을 선정한다. 선택된 각 영상에 대해 암울한 분위기와 화려한 분위기의 정도를 5단계로 평가한다. 객관적인 평가 결과를 얻기 위해 세 사람의 피실험자에게 동일한 영상에 대해 세 번의 평가를 하도록 요구하였고 이렇게 해서 얻어진 평가값의 평균을 각 영상의 암울함과 화려함에 대한 점수로 사용하였다. 평가 후 얻어진 데이터를 기반으로 각 분위기에서 최상의 점수를 갖는 영상 8개씩을 선정해 그 분위기에 대한 측정의 지표 영상으로 사용하였다.

각 지표 영상은 사용자가 검색한 영상의 만족도를 얻기 위해서 검색된 영상과 쌍을 이루어 비교된다. 즉 사용자는 자신이 찾은 영상을 8개의 지표 영상과 비교하여 상대적인 점수를 준다. 이렇게 해서 얻은 8개의 점수 평균을 그 영상에 대한 만족도로 사용한다.

실제 주관적 실험을 위해서 10명의 대상에게 암울한 분위기의 영상, 밝은 분위기의 영상을 찾도록 요구하였다. 그리고 검색 결과의 만족도의 주어진 주제 분위기를 고려해서 각 쌍의 영상을 비교하여 검색 결과 영상을 7단계로 평가한다(1로 갈수록 불만족, 7로 갈수록 만족). 검색된 영상에 대한 피실험자의 평가는 통계학적인 방법으로 테스트된다. 그림 5는 두 주제에 대해 검색한 결과 영상에 대한 만족도를 보여준다. x좌표는 만족도를 나타내고 회색바와 검정바는 각각 95%와 99%의 신뢰구간을 나타낸다.

위 실험에서 피실험자들은 밝은 분위기와 암울한 분위기를 주제로 검색한 결과, 찾아낸 영상에 대해 각각 평균 4.39와 4.74의 점수를 주어 대체적으로 만족하는 평가를 내렸다. 그림 5에 나타난 통계적 실험의 결과는 감성적 영상 검색을 위한 유전자 알고리즘의 적용이 두 주제 분위기의 영상 검색에 유용하다는 것을 보여준다.

또한 찾고자 하는 영상을 몇 세대 만에 찾을 수 있었는지에 대한 질문을 조사하였다. 검색을 위한 평균 세대수가 표 1에 나타나있다. 그리고 피실험자에 의해 선택된 영상들이 그림 6에 나타나있다.

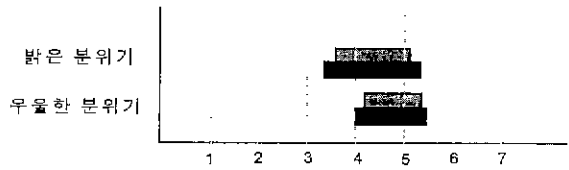


그림 5. 검색된 영상의 만족도에 대한 신뢰구간. 회색바와 검정바는 각각 95%와 99%의 신뢰구간을 나타낸다.

표 1. 발견 세대 평균

	밝은 분위기의 영상	암울한 분위기의 영상
세대 평균	3.9	2.1

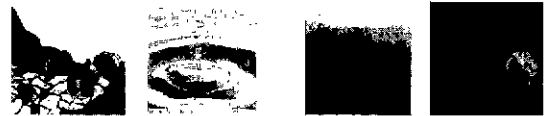


그림 6. 실험자에 의해 선택된 영상들의 예

#### 5. 결론

본 논문에서는 감성에 기반한 영상검색 방법에 대한 성능을 평가하기 위해 2000개의 데이터를 대상으로 주관적 실험을 수행하였다. 이 실험으로 부터 본 시스템은 긍정적인 평가를 얻을 수 있었다. 그러나 더 좋은 성능을 얻기 위해 연구해야 할 여러 가지 문제들이 남아있다. 첫째, 현재 영상에 대한 특징으로 사용하고 있는 웨이블릿 계수만으로 영상에 대한 느낌을 표현하는 것은 부족하다. 따라서 그 외에 영상의 느낌을 표현할 수 있는 영상특징의 개발이 필요하다 둘째, 더 나은 유전 연산자가 고안되어야 한다. 부모세대의 형질을 잘 전달할 수 있는 적절한 연산자를 채택함으로써 시스템의 성능이 더욱 향상될 수 있을 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] V.N. Gudivada and V V Raghavan, "Content-based image retrieval systems," *IEEE Computer*, pp.18-22, September 1995.
- [2] 이 주영, 조 성배, "인간의 직관에 기반한 내용기반 영상검색," 인지과학회 춘계 학술발표 논문집, pp97-104, 1997
- [3] M Velteti and J. Kovacevic, *Wavelets and Subband Coding*, Prentice Hall P.T.R., New Jersey, 1995.
- [4] H. Takagi, "Interactive evolutionary computation: Co-operation of computational intelligence and human kansei," *Proc. of 5th Intl Conf. On Soft Computing (IIZUKA98)*, Iizuka, Japan. 1998.