

# 패션 디자인 시스템을 위한 대화형 진화연산의 직접조작

이종하<sup>0</sup>      조성배  
연세대학교 컴퓨터과학과  
{etherial, sbcho}@candy.yonsei.ac.kr

## Direct Manipulation of Interactive Evolutionary Computation for Fashion Design System

Jong-Ha Lee<sup>0</sup>      Sung-Bae Cho  
Dept. of Computer Science, Yonsei University

### 요 약

일반적으로 확률에 기반한 연산자를 사용하는 진화연산(EC)은 전역 탐색에는 효율적이나 국소 탐색에는 그렇지 못하다. 이러한 문제점은 대화형 진화연산(IEC)에서 더욱 심각해지는데, 이는 개체들을 사용자가 직접 평가하는데 따른 세대 길이의 제한이 있기 때문이다. 본 논문에서는 HCI 분야에서 잘 알려져 있는 직접조작 방법(Direct Manipulation : DM)을 적용하여 이것을 해결하는 방법을 제안한다. 각각의 개체들에 대한 인터페이스로 진화 연산자를 사용하는 대신 직접조작을 사용함으로써 사용자는 개체의 진화에 직접 개입할 수 있고, 이를 통해 진화연산자를 사용하는 전역 탐색 능력은 그대로 유지한 채 대화형 진화연산의 단점을 극복할 수 있다. 이러한 직접조작 개념을 대화형 GA에 기반한 패션 디자인 시스템에 적용하였고 이러한 응용이 효과적이었음을 실험을 통해 보였다.

### 1. 서론

진화연산(EC: Evolutionary Computation)은 생물학적 유전자, 자연 선택과 같은 진화 기제에 기초한 방법으로서 집단과 세대의 진화라는 개념을 사용하여 기계학습, 최적화, 분류 등에 효율적인 방법을 제공한다[1]. 그러나 적당한 적합도 함수를 취하기 어려운 음악이나 디자인과 같은 예술 분야에는 적용하기가 어려웠는데, 이에 각 개체에 대한 사용자의 평가를 적합도 값으로 사용하는 대화형 진화연산이 제안되었다[2].

한편, 진화연산이 제 성능을 내기 위해서는 가능한 큰 집단의 사용과 많은 세대의 진화가 필요한데 반해, 모든 개체들을 사용자의 평가만으로 처리해야 하는 대화형 진화연산에서는 집단의 크기와 세대의 길이가 제한적이라는 단점이 있다. 본 논문에서는 이 문제에 대한 해결책으로서 진화의 직접조작(DM: Direct Manipulation)을 제안한다. 이것은 대화형 진화연산의 전역탐색 성능은 유지하면서도 국소탐색 능력을 효율적으로 향상시켜 짧은 세대 안에 좋은 결과를 얻을 수 있도록 한다. 이러한 접근법이 효율적이라는 것을 보이기 위해 대화형 GA(Genetic Algorithm)에 기반한 패션 디자인 시스템에 직접조작 인터페이스를 구현하고, 실험을 수행하였다.

### 2. 대화형 GA를 사용한 패션 디자인 시스템

기존의 패션 디자인 시스템들은 비전문가가 사용하기 어렵거나, 생성되어진 디자인들이 비현실적으로 보인다는 단점이 있었다[3, 4, 5]. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 대화형 GA를 사용하고 패션 영역의 실제적 지식을 부여하여, 보다 쉽게 현실적인 디자인을 생성할 수 있는 시스템을 개발하였다[6].

디자인 요소를 목과 몸통, 팔과 소매, 허리라인과 스커트의 세 부분으로 나누고, 각 부분을 OpenGL 리스트[7]로 이루어진 3D 모델로 구현하여 이를 유전자로 인코딩하였다. 이 시스템은 개체의 염색체로부터 해석되어진 정보에 기반하여 각 부분의 유전자에 해당하는 모델을 선택하고 조합하여 무수히 많은 개체 디자인을 생성해 낸다. 그림 2는 유진형에 따라 조합되어진 디자인의 예이다. 34개의 목과 몸통, 12개의 팔과 소매, 9개의 스커트와 허리 라인 디자인에 해당하는 3D모델이 생성되어 있고, 각 모델은 8개의 색깔 중 한 가지를 선택할 수 있다. 따라서, 탐색 영역의 크기는  $34 \times 8 \times 12 \times 8 \times 9 \times 8$ 의 조합에 의해 1,880,064이 된다.

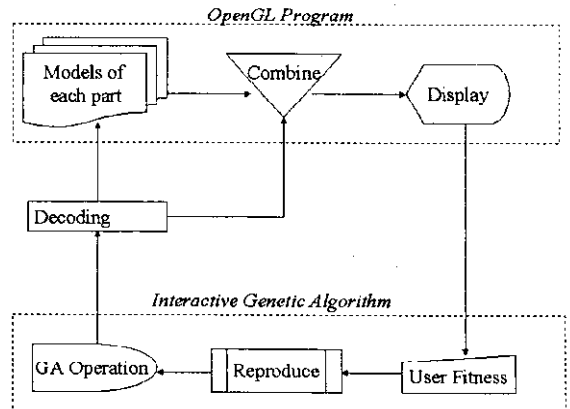


그림 1. 시스템 전체 구성도

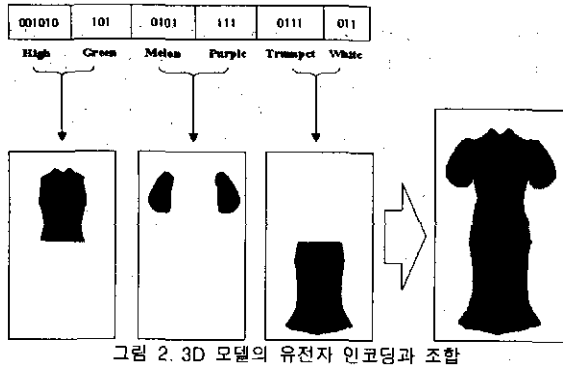


그림 2. 3D 모델의 유전자 인코딩과 조합

이 시스템은 1,880,064개의 후보 디자인으로부터 사용자의 취향이나 감성에 의한 피드백을 통해 최적의 디자인을 탐색해낸다. 사용자가 집단내의 각 디자인에 대해 평가값을 정해주면, 시스템은 그 적합도를 가지고 재생성, 교차, 변이 과정을 적용하여 다음 집단을 생성한다. 이러한 과정의 반복을 통해 더 높은 적합도를 가지는, 즉 더 나은 디자인을 가지는 집단이 생성된다. 탐색 과정에서 사용자는 각 디자인에 대해 보고 평가함으로써 느끼는 그의 감정을 통해 적합도 값을 줄 수 있고, 그 결과, 사용자의 감정에 영향을 준 특징들은 다음 세대에 나타날 확률이 커지게 된다. 따라서, 집단은 사용자의 감성에 기반하여 진화한다.

3. 대화형 GA를 위한 직접 조작

직접조작(DM: Direct Manipulation)은 HMI(Human-Machine Interface) 디자인의 한 형식으로, 작업 대상을 자연스럽게 표현하고 컴퓨터와 같은 매개체를 사용하지 않도록 하여 사람의 인식을 촉진시킴으로써 어떠한 작업을 직접 수행할 수 있도록 하는 패러다임이다[8]. 가상현실(VR)이나 인간과 컴퓨터 상호작용(HCI)도 이러한 영역의 예나 그것의 확장으로서 생각할 수 있다. 컴퓨터과학, 언어학, 신경학, 그래픽 디자인, 예술 등이 이러한 영역에 영향을 끼쳤다.

앞에서 살펴본 것처럼, 확률에 기반한 진화연산은 근접해로부터 실제해에 도달하는 과정과 같은 국소탐색에서 취약점을 가지고 있고, 이는 세대길이에 제약을 가지는 대화형 진화연산에서는 더욱 악화된다. 본 논문에서는 직접조작 개념을 적용한 인터페이스를 제안하고 구현함으로써 그러한 문제점을 해결해보았다. 이 접근법에서 전역탐색은 진화 연산자에 의해 수행되도록 하고 국소탐색은 사용자가 직접 다룰 수 있도록 하였다.

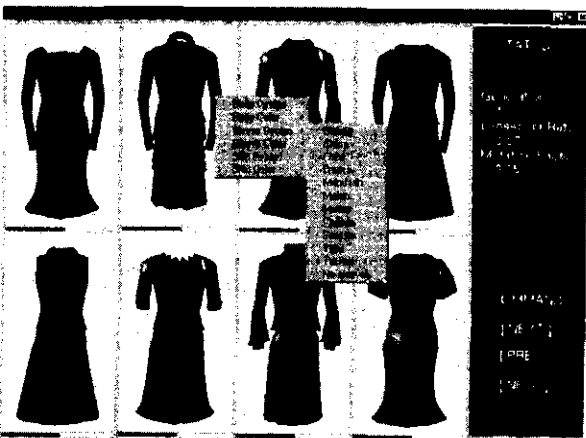


그림 3. 구현된 직접조작 인터페이스

그림 3과 같이 구현된 직접조작 인터페이스는 기존의 인터페이스와 사용자의 평가에 영향을 주지 않도록 필요할 때만 사용 가능한 팝-업 형식이고, 사용자가 개체에 대한 실제 유전형을 알지 못하더라도 개체를 조작할 수 있도록 유전형 그 자체가 아닌 디자인의 이름과 색깔로 표시된다. 만약 사용자가 몸통 디자인을 'Double'에서 'Off'로 바꾸고 싶다면 'Double'과 'Off'의 실제 유전형이 무엇인지 모르더라도, 팝-업 메뉴에서 Off를 선택해주기만 하면 시스템이 자동적으로 Double 디자인에 해당하는 '000100'으로부터 Off 디자인에 해당하는 '001101'로 유전형을 바꿔준다. 이러한 조작은 개체의 유전형에 적용되는 동시에 그 결과도 사용자가 볼 수 있게 표시된다. 또한 실수로 변경했을 때나 사용자가 변경된 결과에 만족하지 않을 때는 즉시 조작을 취소할 수 있다.

4. 실험 결과

직접조작 인터페이스의 유용성을 보이기 위해서 두 가지의 실험을 수행하였다. 직접조작에 의한 세대의 단축 가능성과 그것의 사용으로 인한 사용자의 만족도를 조사하였는데, 각 실험은 0.5% 교차율, 0.05% 변이율과 우수형질 보존 전략을 사용하였고, 첫 번째 실험에서는 20 세대까지, 두 번째 실험에서는 10세대까지 총 세대를 제한하였다.

첫 번째 실험은 피실험자들이 직접조작이 구현되지 않은 기존의 시스템을 사용하여 가장 '시원해 보이는' 디자인을 찾을 때까지 검색을 계속하게 한 후, 그 중간 과정의 디자인들을 검사하여 한번의 직접조작으로 사용자가 찾은 최종 디자인으로 바꿀 수 있는 것이 존재하였는지 조사하였다. 그리고 직접조작을 사용했다면 단축 가능한 세대 수를 조사하였다. 두 번째 실험에서는 피실험자들에게 직접조작 인터페이스의 존재와 취소 등에 관련된 사용법을 주시시킨 후, 그것이 구현된 시스템을 사용하여 가장 '시원해 보이는' 디자인을 찾도록 요구하였다. 각 세대마다 직접조작은 한번만 할 수 있도록 제한하고, 검색을 수행하는 동안 직접 조작을 실행한 횟수와 취소한 횟수를 기록하여 사용자의 조작이 유효한지 확인하였다. 첫 번째 실험 결과에서 총 10개 중 3개를 제외한 7개만을 사용했는데, 하나는 직접조작을 사

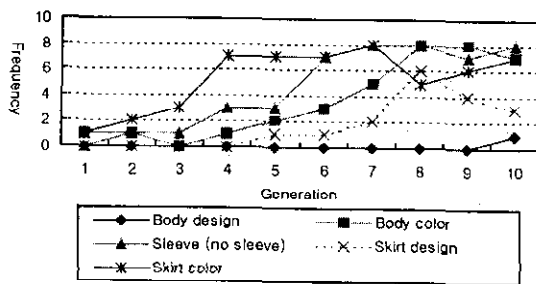


그림 4. 유사해에 포함된 스키마들의 세대별 변화의 예

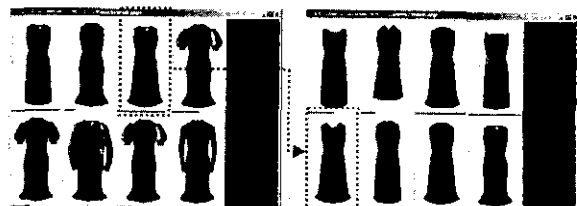


그림 5. 그림 4 예에서 5세대와 10세대를 갈무리한 그림

최소	최대	평균
3	9	6.57

표 1. 직접조작에 의해 단축 가능한 세대 수

용할만한 여지가 없이 너무 빨리 수렴해버렸기 때문이고, 다른 두 개는 20세대까지 수렴이 되지 않았기 때문이다.

그림 4와 그림 5을 통해 피실험자가 직접조작 방법을 사용할 수 있었다면 5세대로부터 10세대로의 세대 단축이 가능했을 것이라는 사실을 알 수가 있다. 그림 6은 두 번째 실험 중 한 피실험자가 9번째 세대에서 행한 직접조작 사례를 보여 주는데, 이를 통해 직접조작이 어떻게 국소탐색 시 진화를 도와주는지 알 수 있다. 조작 전 개체의 소매 디자인인 'Mandarin' 은 유전형으로 4bit인 '0100' 으로 표

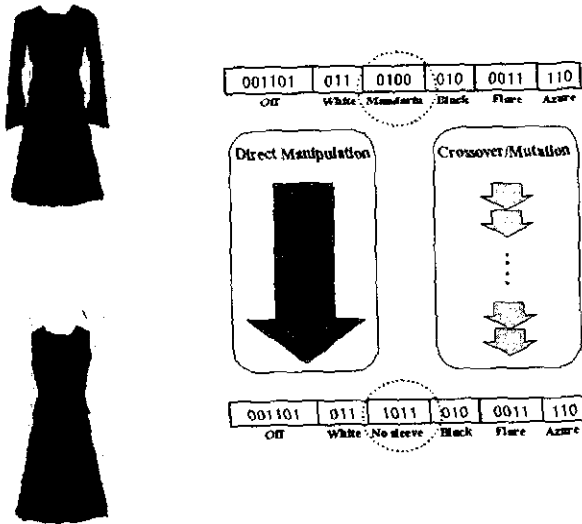


그림 6. 진화의 직접조작과 관련 유전형의 변화의 예

시되는데, 사용자는 그것을 새로운 디자인인 'No Sleeve' 로 바꾸었고 그 결과 유전형도 '1011' 로 바뀌었다. 바뀐 디자인은 사용자에게 보다 시원한 느낌을 주기 때문에 근접해로부터 더 나은 개체를 유도해 냈다고 할 수 있다. 만약 사용자가 그 디자인을 교차나 변이같은 정상적인 진화 연산자들을 통해 얻으려고 했다면, 우리가 첫 번째 실험에서 이미 보였던 것처럼 확률에 의해 선택되어지기까지 아마도 많은 세대를 거쳐야 할 것이다. 그러므로, 패션의 어떠한 일부부나 색깔 등을 바꾸는데 직접 조작 방법을 사용하는 것은 패션 디자인 시스템에서의 국소 탐색에 효율적이라 하겠다.

최대 조작 가능 횟수	평균 조작 사용 횟수	최소한 횟수	최소한 비율	유효한 조작 비율
10 회	9.3 회	0.9 회	9.68%	84.0%

표 2. 유효한 직접조작의 비율

이 결과들로부터 우리는 몇 가지 결론에 도달할 수 있다. 먼저 직접조작을 사용하면 검색 세대를 단축시켜 시간과 노력을 줄일 수 있다는 것으로, 이것은 직관적으로도 합당할 뿐 아니라 실험 결과 역시 이러한 주장을 뒷받침 해준다.

다음으로 피실험자들이 자신들이 수행한 직접조작을 거의 취소하지 않았다는 사실을 통해 그들이 직접조작의 결과에 상당히 만족해 한다고 말할 수 있다. 끝으로 두 번째 실험의 마지막 세대에서도 여전히 직접조작이 사용되었다는 사실을 통해 직접조작 인터페이스가 실험자들이 능동적으로 평가에 참여할 수 있도록 이끌었다고 생각할 수 있다. 이러한 주장들로부터 대화형 GA 패션 디자인 시스템에 직접조작을 적용한 것이 매우 성공적이고, 직접조작 인터페이스를 사용함으로써 진화 연산자의 국소탐색에서의 단점을 극복하여 사용자들이 보다 빠르게 원하는 결과를 찾을 수 있다고 볼 수 있다.

### 5. 맺음말

본 논문에서는 대화형 진화연산을 사용한 응용분야에서의 진화에 직접조작 방법을 제안해 보았다. HCI 영역에서 직접조작의 실제 의미는 가시적인 인터페이스를 통하지 않고 목적 대상을 바로 컨트롤하는 것을 뜻하지만, 이 개념을 조금 변화 시켜 확률에 의존적인 진화 연산자 대신 사용자가 직접 유전형을 다룰 수 있도록 하는 인터페이스를 제시하였다. 이것을 사용함으로써, 진화 연산자를 사용하여 전역탐색을 하면서도 대화형 진화연산의 국소탐색 능력을 향상시킬 수 있다. 실험을 통해 대화형 진화연산에 직접조작 방법을 적용하는 것이 효율적이라는 것을 입증할 수 있었다.

이러한 접근법에도 개선해야 할 여지가 있다. 먼저 이론적으로 직접조작의 사용에 대한 효율성을 증명할 필요가 있는데, 이것을 위해 N-K fitness Landscape 등의 방법에 대해 연구하고 있다. 다음으로 진화 연산자의 전역탐색 성능이 감소되지 않도록, 대화형 진화연산의 검색과 직접조작 검색의 밸런스를 조절하는 연구가 필요하다. 마지막으로 음악이나 미술 같은 다른 대화형 진화연산의 응용분야에도 제안된 직접조작 접근법을 적용 가능한 지를 확인하고 그것이 적절하다는 보여야 한다.

### 참고문헌

- [1] Chamber, L., *Practical Handbook of Genetic Algorithms*, CRC Press, 1995.
- [2] Takagi, H., "Interactive evolutionary computation: Cooperation of computational intelligence and human kansei," *Proc. of 5th Int'l Conf. on Soft Computing*, pp. 41-50, 1998.
- [3] 구인숙, *컴퓨터 패션 디자인*, 교문사, 1994.
- [4] Gray, S., "In virtual fashion," *IEEE Spectrum*, pp. 18-25, Feb, 1998.
- [5] Nakanishi, Y., "Applying evolutionary systems to design aid system," *Proc. of Artificial Life V (Poster Presentation)*, pp.147-154, 1996.
- [6] Kim H.-S. and Cho S.-B., "Genetic algorithm with knowledge-based encoding for interactive fashion design," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 1886, pp. 404-414, 2000.
- [7] Wright, R.S. and Sweet, M., *OpenGL Superbible*, Waite Group Press, 1996.
- [8] Shneiderman, B., *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, Addison-Wisley, 1992.