

## 여학생의 선호도를 이용한 감성공학적 의상 코디

Apparel Coordination based on Human Sensibility Ergonomics using Preference of Female Students

조동주, 한경수, 황경희, 정경용\*, 이정현\*\*  
 상지대학교 컴퓨터정보공학부 지능시스템연구실,  
 상지대학교 컴퓨터정보공학부\*,  
 인하대학교 컴퓨터정보공학부\*\*

Cho Dong-Ju, Han Kyung-Su, Hwang Kyung-Hee,  
 Chung Kyung-Young\*, Lee Jung-Hyun\*\*  
 Intelligent System Lab., School of Computer  
 Information Engineering, Sangji Univ., School of  
 Computer Information Engineering, Sangji Univ.,\*,  
 School of Computer Information Engineering, Inha  
 Univ.\*\*

### 요약

인터넷이 생활의 일부가 되어가면서 정보의 양도 급속도로 늘어나고 있으며, 이로 인해 많은 데이터 속에서 정보를 찾아내는 기술이 부각되고 있다. 협력적 필터링은 유사한 선호도를 기반으로 관심을 가질 것으로 생각되는 아이템을 추천하는 방법이다. 그러나 비슷한 선호도를 가진 일부 사용자의 정보를 바탕으로 하기 때문에 나머지 사용자의 정보를 무시하는 경향이 있다. 본 논문에서는 여학생의 선호도를 이용한 감성공학적 의상 코디를 제안한다. 이는 유전자 알고리즘에 의한 적합함수로 평가값을 계산하고 a-cut을 이용하여 사용자를 군집한다. 마지막으로 협력적 필터링에 의해 의상 코디를 추천한다. 성능평가를 위해 설문조사 데이터 집합에서 FAIMS-I, FAIMS-II과 비교 평가하였다.

### Abstract

As the internet has become a mainstream information tool, searching answers has become crucial as well. The collaborative filtering estimates and recommends items based upon the similar preference. However, because it refers to partial users information who have the similar preference, it tends to ignore the rest. In this paper, we propose the apparel coordination based on human sensibility ergonomics using the female students preference. This proposed method calculates evaluation values using fitness function based genetic algorithm, and gathers users through a-cut. Finally, the collaborative filtering recommends apparel coordination. To estimate the performance, the suggested method is compared with FAIMS-I, FAIMS-II in the questionnaire dataset.

## 1. 서론

오늘날 방대한 양의 데이터베이스와 전자상거래의 발전으로 인해 개인화 추천시스템의 필요성이 더욱 부각되었다. 이러한 추천시스템이 사용자를 대신하여 적합한 아이템을 빠른 시간 내에 추천하고 그 추천 내용 또한 정확하다면 사용자는 만족감을 얻을 수 있다. 대부분의 추천시스템은 협력적 필터링이라고 하는 정보 필터링 기술을 사용한다. 그러나 협력적 필터링은 확장성 문제와 희박성 문제가 남아있다. 특히 의류의 경우에는 사용자의 선호도 외에도 복합적인 요소를 고려해야 한다. 따라서 본 논문에서는 여학생의 선호도 평가값에 여학생간의 적합도 행렬을 맵핑한 후 a-cut을 적용하여 임계치 이상의 값을 군집하였다. 이를 통해 사용자들은 좀 더 구체적이고 정확도가 향상된 의상 코디를 받을 수 있다. 2장에서는 관련연구를 통해 전반적인 내용에 접근하며 3장에서는 유전자 알고리즘을 적용한 평가값에 적합 함수를 적용하여 군집을 한다. 4장과 5

장에서는 성능평가를 통해 결론을 도출한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 감성공학

인간의 감성은 모호하여 정량적이고 객관적인 측정이 어렵고 그 표현도 형용사 같은 제한된 어휘에 의하여 나타나기 때문에 감성을 파악하기란 어려운 일이며 다의적이고 복잡한 평가적 판단을 야기 시키는 것을 감정이라 할 수 있다. 감정이란 외부의 물리적 자극에 의한 감각, 지각으로부터 인간의 내부에서 야기되는 심리적 체험으로 쾌적감, 고급감, 불쾌감 등의 복합적인 감정을 말한다. 인간의 감성은 매우 주관적이고 개인마다 다르고 애매하여 측정하기 힘들다. 그래서 제품이나 환경에 대한 소비자의 감성(요구)을 객관적이고 과학적으로 측정하여

소비자의 감성을 제품이나 환경설계에 응용하여 제품을 사용했을 때 느끼는 편리함, 고급감, 안전함 등의 부가가치를 높이고 경쟁력을 향상시키고자하는 학문을 감성공학이라 한다[1].

### 2.2 유전자 알고리즘

유전자 알고리즘은 효율적인 탐색을 수행하고 최적해에 근사한 해를 쉽게 구할 수 있는 방법이다. 해는 자연 유전체계에서 염색체와 유사한 형태로 암호화되어 나타내어지며 목적함수의 염색체를 평가함으로써 각 염색체의 적합도를 알 수 있다. 각 염색체는 유전인자의 스트링으로 이루어져 있으며 유전인자는 전체 염색체상의 특정한 위치에 특정한 유전형질을 가지고 존재한다. 그러므로 유전자 알고리즘에서 염색체는 0 과 1의 스트링으로 구성된 이진암호로 표현되며 정수나 실수도 쉽게 사용할 수 있다. 유전자 알고리즘을 적용하기 위한 초기해 집단은 염색체 집단을 임의적으로 발생시켜 형성하고 각 염색체의 적합성을 표현할 수 있는 평가함수를 설정하여 유전해 집단을 평가한 후 적합도 함수로 변환한다. 유전자 알고리즘은 다음 세대를 생성하기 위해 부모해의 선택, 교배, 돌연변이, 평가의 과정을 반복적으로 수행하며 진화한다.

### 3. 여학생의 선호도를 이용한 감성공학적 의상 코드 방법

본 논문에서는 감성과 선호도를 중심으로 의상 코드를 추천하는 방법의 하나로 감성어휘를 선정한 후 설문조사를 통해 감성 데이터베이스를 구축한다. 여학생의 선호도에 유전자 알고리즘을 이용하여 평가값을 계산한 후 적합도 행렬에 맵핑시킨 후  $\alpha$ -cut을 이용하여 임계치 이상의 값을 군집하였다. 군집된 사용자들을 기반으로 협력적 필터링을 이용하여 의상 코드를 추천한다. 설문조사를 통해 평가한 초기 선호도보다 유전자 알고리즘으로 진화된 선호도를 이용하여 감성공학적 의상 코드 추천 방법을 개발한다.

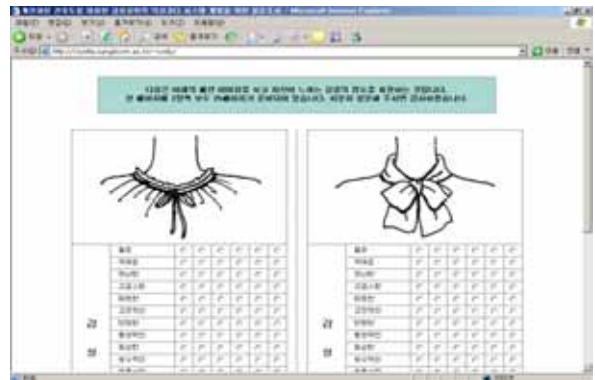
#### 3.1 감성어휘 선정 및 추출

감성어휘는 정량적인 데이터로 변환하여 데이터베이스를 구성한다. 본 논문에서는 디자인에 대한 감성어휘를 10쌍으로 평가되도록 하였으며 어휘 선정은 사전, 잡지, 문헌 등에서 단어를 추출하였다[2]. 감성어휘는 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1의 6단계의 수치로 표현되며 0에 가까울수록 주어진 감성어휘는 매우 부정적인 선호도를 의미하고, 1에 가까울수록 매우 긍정적인 선호도를 의미한다. 이는 감성어휘를 이진 스트링으로 표현하여 유전자 알고리즘에 적용하기 위한 작업이다. 표 1은 선정된 디자인에 대한 감성어휘

[표 1] 디자인에 대한 감성어휘

젊은 <-> 어른스런	귀여운 <-> 중후한
무난한 <-> 개성적인	고급스런 <-> 낮은
따뜻한 <-> 차가운	고전적인 <-> 현대적인
단정한 <-> 복잡한	동양적인 <-> 서양적인
침순한 <-> 섹시한	보수적인 <-> 개방적인

설문조사의 구성은 하나의 페이지에 1쌍으로 구성된 의상을 25단계로 설문하는 것이다. 그림 1과 그림 2는 웹을 통해 의상에 대한 감성을 기반으로 평가치를 표시하기 위한 설문조사의 25단계 중 첫 단계의 화면이다.



▶▶ 그림 1. 설문조사 첫 단계 화면

#### 3.2 유전자 알고리즘을 이용한 평가값

본 논문에서는 군집된 연관 사용자들의 선호도를 유전자 알고리즘의 변화 과정 중 두 가지 유전 연산자인 돌연변이와 교배를 이용하여 초기에 군집된 사용자들의 선호도 평가값 보다 다음세대가 더 좋은 평가값을 갖기 위한 과정을 알아본다. 먼저 변수  $x$ 의 실수값을 표현하기 위한 염색체로서 이진 벡터를 사용한다. 예를 들어 벡터의 길이는 요구되는 정밀도에 의해 좌우되는데 변수  $x$ 의 정의영역은 길이 3이다. 정확도에 대한 요구조건은 정의영역[-1, 2]가 최소한  $3 \cdot 1000000$ 개의 동일한 크기의 영역으로 나뉘어져야 한다는 것이며 이진 벡터로서 22비트가 필요하다는 것을 의미한다.  $2097152=221 < 3000000 < 222=4194304$  이진 스트링  $\langle b_{21} b_{20} \dots b_0 \rangle$ 를 정의영역[-1, 2]사이의 실수  $x$ 로 맵핑하는 것은 직접적이고 다음의 두 단계에서 연결된다. 여기서 -1.0은 정의영역의 왼쪽 경계이고 3은 정의영역의 길이이다[3].

- 이진 스트링  $\langle b_{21} b_{20} \dots b_0 \rangle$ 을 이진수에서 10진수로 변환한다.

$$\langle b_{21} b_{20} \dots b_0 \rangle_2 = \left( \sum_{i=0}^{21} b_i \cdot 2^i \right)_{10} = x'$$

-이에 해당하는 실수  $x$ 를 구한다.

$$x = -1.0 + x' \cdot \frac{3}{2^{22} - 1}$$

예를 들어 염색체(1000101110110101000111)는 숫자 0.637197을 나타낸다. 왜냐하면  $x'=(1000101110110101000111)$   $2=2288967$  이고  $x=-1.0+2288967 \cdot \frac{3}{4194303}=0.637197$  이기 때문이다. 물론 염색체 (00000000000000)와 (11111111111111)는 각각 정의영역의 경계값들인 -1.0과 2.0을 나타낸다. 평가함수 이진 벡터  $v$ 에 대한 eval은 함수  $f$ 와 동일하다. 여기서 염색체  $v$ 는 실수값  $x$ 를 나타낸다. 앞에서와 같이 평가함수는 적합도의 관점에서 해가 될 가능성이 있는 것들을 평가하는 환경의 역할을 수행한다. 예를 들어 세 개의 염색체  $v_1=(1000101110110101000111)$ ,  $v_2=(0000001110000000010000)$ ,  $v_3=(111000000111111000101)$ 은  $x_1=0.637197$ ,  $x_2=-0.958973$ ,  $x_3=1.627888$ 을 각각 나타낸다. 염색체  $v_3$ 는 평가함수의 값이 가장 크므로 세 염색체 중에서 가장 좋은 값이다. 결과적으로 평가 함수는 다음과 같이 평가할 것이다[3].

$\begin{aligned} \text{eval}(v_1) &= f(x_1) = 1.586345 \\ \text{eval}(v_2) &= f(x_2) = 0.078878 \\ \text{eval}(v_3) &= f(x_3) = 2.250650 \end{aligned}$
---

돌연변이는 돌연변이율과 동일한 확률을 가지고 하나 또는 그 이상의 유전인자들을 변화 시킨다. 염색체  $v_3$ 로부터 다섯 번째 유전인자가 돌연변이를 위해 선택되었다고 가정하면 이 염색체에서의 다섯 번째 유전인자가 0이므로 1로 바뀌어 진다. 돌연변이 후에 염색체  $v_3$ 은  $v_3'=(1110100000111111000101)$ 이며 염색체  $x_3'=1.721638$ 과  $f(x_3') = -0.082257$ 을 나타낸다. 이것은 돌연변이가 염색체  $v_3$ 을 감소시켰다는 것을 의미한다. 반면 만일에 염색체  $v_3$ 에서 10번째 유전인자가 돌연변이를 위해 선택되었다면  $v_3''=(111000000111111000101)$ 이 된다. 이것에 해당하는  $x_3''=1.630818$  그리고  $f(x_3'')=2.343555$ 가 되어 원래  $f(x_3)=2.250650$ 보다 개선되었다. 또한 염색체  $v_2$ 와  $v_3$ 에 대한 교배 연산자의 교배위치가 임의로 5번째 유전인자 이후에 선택되었다면  $v_2=(00000 | 01110000000010000)$ ,  $v_3=(11100 | 00000 11111000101)$  두 개의 자손세대는  $v_2=(00000 | 00000111111000101)$ ,  $v_3=(11100 | 01110000000010000)$ 과 같다[3]. 또한 이들 자손 세대는  $f(v_2')=f(-0.998113) = 0.940865$ ,  $f(v_3')=f(1.666028)=2.459245$ 로 평가되며 두 번째 자손이 부모들보다 더 좋은 평가값을 가지고 있다.

### 3.3 적합도에 $\alpha$ -cut을 이용한 군집 및 추천

사용자의 평가값에 적합도 행렬이 형성되면  $\alpha$ -cut을 적용하여 임계치 이상의 값을 군집한다. 본 논문에서는 적합도 함수에서 유클리드 거리를 사용하였으며 아래 식 1과 같다.

$$D(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (\text{식 1})$$

표 1은 여고생들의 평가값과 식 1을 이용하여 선호도 평가값에 적합도 행렬을 맵핑한 것이다. 행렬에서는 적합도 값이 클수록 두 사용자간에 적합률이 높다는 것을 의미하며 적합도 값은 0.5~2.59까지 분포해 있다. 그러므로 연관 사용자를 군집하기 위해서는 1.5이상으로 지정해야한다. 결과적으로  $\alpha$ 값을 1.5로 적용하면 최종적으로 {User2, User3, User5, User10}으로 군집됨을 알 수 있다.

[표 1] 적합도 행렬

	User1	User2	User3	User4	User5	...	User10
User1	0	1.41	1.18	0.12	1.05	...	0.38
User2	1.41	0	2.59	1.29	0.36	...	1.79
User3	1.18	2.59	0	1.3	2.23	...	0.8
User4	0.12	1.29	1.3	0	0.93	...	0.5
User5	1.05	0.36	2.23	0.93	0	...	1.43
...	...	...	...	...	...	...	...
User10	0.38	1.79	0.8	0.5	1.43	...	0

군집이 이뤄지면 속성간의 선형관계의 정도를 측정할 수 있는 척도인 피어슨 상관계수를 이용하여 사용자간의 유사성을 측정한다. 수식은 식 2와 같다.  $\bar{r}_x$ 는 x의 평균, 즉 사용자 x가 m개의 항목에 부여한 등급의 평균을 나타낸다.

$$sim(x,y) = \frac{\sum_i (r_{x,i} - \bar{r}_x)(r_{y,i} - \bar{r}_y)}{\sqrt{\sum_i (r_{x,i} - \bar{r}_x)^2 \sum_i (r_{y,i} - \bar{r}_y)^2}} \quad (\text{식 2})$$

피어슨 상관계수는 유사한 선호도를 가지는 이웃들을 정하고 예측 선호도를 위하여 식 3과 같이 계산한다.

$$P_{u,i} = \bar{V}_n + \frac{\sum_{k=1}^D sim(x,y)(v_{k,i} - \bar{v}_k)}{\sum_{k=1}^D sim(x,y)} \quad (\text{식 3})$$

$P_{u,i}$ 는 아이템 i에 대한 사용자 u의 예측한 선호도이고  $\bar{V}_u$ 는 사용자 u의 가중치가 부여된 선호도의 평균이다.  $sim(x,y)$ 는 사용자 x와 사용자 y의 유사도 가중치이고 D는 사용자 x와 다른 사용자간의 유사도가 0이 아닌 사용자수이다.

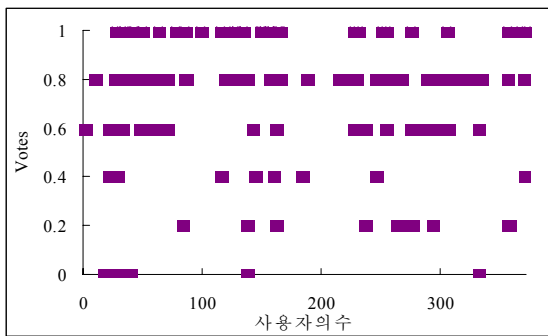
## 4. 실험 및 성능평가

본 논문은 여학생 선호도를 이용한 감성공학적 의상 코드

방법을 제시하였고 온라인과 오프라인 설문조사를 통하여 여학생을 대상으로 설문조사하여 의상에 대한 감성 데이터베이스를 구축하였다. 실험 데이터는 327명의 여학생들에게 50개의 의상에 대해서 0.0에서부터 1.0까지 0.2 간격으로 명시적으로 선호도를 평가하게 하여 데이터를 수집하였다.

### 4.1 실험 방법 및 결과

여학생의 선호도를 이용한 감성공학적 의상 코드 추천을 위한 온라인과 오프라인 설문조사를 3개월 동안 327명의 여고생에 의해서 327,000개의 평가 데이터를 수집하였다. 그림 2는 여고생들이 평가한 데이터의 분포를 나타낸 것이며 선호도 평가 분포에서 대부분의 의상에 대해서 0.6 이상의 선호도를 평가한 것을 볼 수 있다. 이는 여고생이 부정적으로 평가하기 보다는 긍정적으로 평가됨을 알 수 있다.



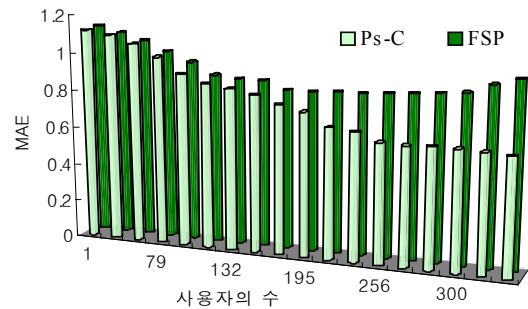
▶▶ 그림 2. 의상에 대한 여고생의 평가 데이터 분석

본 논문에서 성능평가를 하기 위해서 제안한 여학생 선호도를 이용한 의상 코드 추천 모듈은 MS-Visual Studio C++ 6.0으로 구현되었다. 그리고 추천의 정확성 측면에서 성능을 평가하기 위해 MAE(Mean absolute error) 방식[4]을 사용하였다. Error는 실제 선호도 값과 예측된 선호도 값과의 차이로 정의되고 MAE는 에러의 절대값의 평균을 의미한다. 식 4의 MAE는 절대적으로 알고리즘이 얼마나 정확하게 예측을 했는지 알 수 있다. 여기서 N은 총 예측 횟수이고,  $\epsilon_i$ 는 예측 값과 실제 값의 오차를 나타내며 i는 각 예측 단계를 나타낸다.

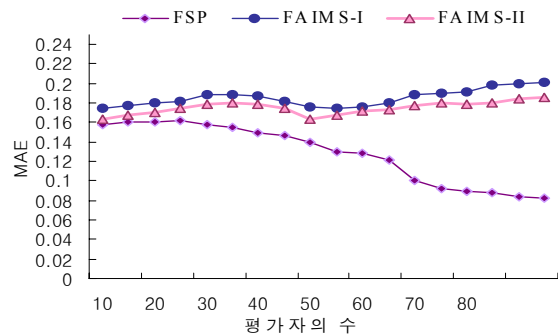
$$|E| = \frac{\sum_{i=0}^N |\epsilon_i|}{N} \quad (\text{식 4})$$

성능평가 실험은 기존의 협력적 필터링을 이용한 피어슨 상관 계수(Ps-C)방식과 제안한 여학생 선호도를 이용한 감성공학적 의상 코드(FSP) 두 가지를 실험하였다. 그림 3은 Ps-C와 FSP에서 사용자의 수에 따른 MAE의 성능평가이다. 초기 평가한 사용자의 수가 1일 때는 군집이 이뤄지지 않은 시점이

라 MAE는 같은 값을 가진다. 그러나 사용자의 수가 늘어나면서 본 논문에서 제안한 추천 방법이 더 좋은 성능을 보임을 알 수 있다. 아이템들이 군집 속에 들어가는 수를 제한하고 그 수보다 적을 경우 제안한 방법을 사용하면 정확도 면에서 좋은 성능이 나타난다.



▶▶ 그림 3. 사용자수에 따른 MAE



▶▶ 그림 4. 평가자수의 변화에 따른 MAE

그림 4는 여학생의 선호도를 이용한 감성공학적 의상 코드 방식(FSP)과 기존의 FAIMS-I, FAIMS-II의 평가자수의 변화에 따른 MAE 성능평가를 나타낸 것이다. 여기서 FAIMS-I은 사용자의 감성과 이미지를 구체적인 디자인 요소로 변환하여 원하는 감성을 실현하도록 설계하는 방법이며 FAIMS-II는 FAIMS-I을 확장한 것으로 여대생의 인체 계측치를 첨가하여 개발되었다. 3군데의 인체 계측치를 입력하면 시스템은 그 사람의 체형을 추론하고 영상화 한다[5][6]. 그림 4에서 평가자 수가 많아짐에 따라 제안한 방법의 성능은 향상되나 FAIMS-I과 FAIMS-II는 별 차이가 없음을 알 수 있다. 세 가지 방법은 기능면에서는 비슷하지만 본 논문에서 제안한 방법이 감성어휘를 적용함으로써 우수한 결과를 나타냈다.

### 5. 결론

본 논문에서는 추천의 효율성과 정확성을 향상시키기 위해

여학생 선호도를 이용한 감성공학적 의상 코드를 제안하였다. 기존의 추천방식 보다 높은 예측을 하기 위하여 감성공학과 유전자 알고리즘을 이용하여 의상을 추천하도록 하였다.

일반적인 클러스터링 알고리즘은 초기값에 매우 민감하며 목적함수를 최소화시키는 방향으로 알고리즘이 진행되기 때문에 지역해에 빠지기 쉬운 문제점이 있다. 이러한 최적화 문제를 해결하는데 뛰어난 성능을 보이는 유전자 알고리즘을 사용하여 초기값에 덜 민감하고 보다 최적해에 근접한 클러스터링을 할 수 있다. 본 논문에서는 초기 평가값에 돌연변이 연산자와 교배연산자를 반복함으로써 진화된 평가값에 임의의 임계치를 적용하여 우수한 평가값들간의 군집을 생성한다. 이러한 군집을 통해 사용자들에게 이전보다 향상된 추천을 할 수 있으며 정확도 또한 향상 될 수 있다. 그러나 설문조사를 통해 발견된 특이자들로 인해 데이터분석에 어려움이 따르며, 또한 실험하는 과정에서 유전자 알고리즘이 몇 세대를 거쳐야하는지에 대한 의문점과 그에 따른 문제점들이 부각되어졌다. 이러한 문제점들의 발생은 본 논문의 향후연구로서 지속적인 연구가 필요하다.

#### 감사의 글

본 논문은 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었으며(IITA-2007-C1090-0701-0020) 설문조사를 도와주신 상지대학교 상지벤처클럽 회원분들께 감사드립니다.

#### ■ 참고 문헌 ■

- [1] 차성희, "감성공학에 의한 디자인", 한국가구학회지, 제17권, 제2호, pp.81-87, 2006.
- [2] 정경용, 나영주, "소재설계를 위한 감성 공학적 디자인 지원 시스템 개발", 한국섬유공학회지, 제40권, 제3호, pp.312-320, 2003.
- [3] Zbigniew Michalewicz, *유전자 알고리즘*, 도서출판 그린, 1996.
- [4] J. L. Herlocker, J. A. Konstan, L. G. Terveen, J. T. Riedl, "Evaluating Collaborative Filtering Recommender Systems," *ACM Transactions on Information Systems*, Vol.22, No.1, pp.5-53, 2004.
- [5] 정경용, 김진현, 나영주, "사용자 선호도 예측과 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 이용한 섬유패션 디자인 추천 에이전트," 한국감성과학회, 추계학술대회, pp.32, 2002.
- [6] 이주현, "섬유 디자인에 대한 감성 공학적 연구 사례," 섬유기술과산업, 제2권, 제4호, 1998.