

Textile 기반의 협력적 필터링 개인화 기술을 이용한 패션 디자인 추천 시스템 개발

(Development of Fashion Design Recommender System using Textile based Collaborative Filtering Personalization Technique)

정경용^{*} 나영주^{**} 이정현^{***}

(Kyung-Yong Jung) (Young-Joo Na) (Jung-Hyun Lee)

요약 소재 개발의 프로세스가 고객 중심으로 다변화 되어가는 생활 환경 속에서 소비자의 감성과 선호도를 파악하는 것은 제품 판매 전략의 중요한 성공요소가 되고 있다. 본 연구에서는 사용자의 감성과 선호도를 중심으로 소재를 개발하는 방법의 하나로 협력적 필터링 개인화 기법을 응용하여 패션 디자인 추천 시스템(FDRS)을 제안한다. Textile 기반의 협력적 필터링 개인화 기술에서, 사용자들간의 유사도 가중치를 계산하기 위해서 피어슨 상관 계수(Pearson Correlation Coefficient)를 사용한다. 소재에 대한 사용자의 감성이나 선호도에 대한 Textile의 대표 감성 형용사를 추출함으로써 소재 개발을 위한 감성 형용사 데이터베이스를 구축한다. 패션 디자인 추천 시스템(FDRS)은 구축된 감성 형용사 데이터베이스를 기반으로 성향이 비슷한 사용자에게 Textile 디자인을 추천한다. 패션 디자인 추천 시스템으로 개발하여 시스템의 논리적 타당성과 유효성을 검증하기 위해 실험적인 적용을 시도하고자 한다.

키워드 : 협력적 필터링, 인지공학, 이미지 기술, 인간 감성 공학, 추천 시스템

Abstract It is important for the strategy of product sales to investigate the consumer's sensitivity and preference degree in the environment that the process of material development has been changed focusing on the consumer center. In the present study, we propose the Fashion Design Recommender System (FDRS) of textile design applying collaborative filtering personalization technique as one of methods in the material development centered on consumer's sensibility and preferences. In collaborative filtering personalization technique based on textile, Pearson Correlation Coefficient is used to calculate similarity weights between users. We build the database founded on the sensibility adjective to develop textile designs by extracting the representative sensibility adjective from users' sensibility and preferences about textile designs. FDRS recommends textile designs to a consumer who has a similar propensity about textile. Ultimately, this paper suggests empirical applications to verify the adequacy and the validity on this system with the development of Fashion Design Recommender System (FDRS).

Key words : Collaborative Filtering, Aesthetic Engineering, Image Technology, Human Sensibility Ergonomics, Recommender system

1. 서론

뉴 밀레니엄(New millennium)이라는 말이 이제는 어

색할 정도로 세상은 빠르게 변하고 있다. 그 만큼 국가 간의 기술력에 대한 경쟁도 치열해지고 있는 것이 사실이다. 국제 경쟁의 시대에서 제품의 가격이나 기능 등의 요인만으로 승부하기는 어려워 졌다. 정량적인 것보다는 정성적인 것에 더 비중을 두는 현대인들에게 감성공학은 고급감이나 쾌적함 등 정성적인 것을 제공한다. 이제까지의 과학기술이 제시한 가격과 성능이라는 두 가지 경쟁력을 넘어선 제 3의 경쟁력인 제품을 통한 인간의 감동을 감성공학을 통해 구현하는 것이다. 정부도 감성공학의 필요성을 깨닫고 지난 1995년부터 시작된 정부

· 본 연구는 2001년 한국학술진흥재단의 선도과제지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다(KRF-2001-041-D 00296).

^{*} 학생회원 : 인하대학교 전자계산공학과
dragon@nlsun.inha.ac.kr

^{**} 비회원 : 인하대학교 의류학과 교수
youngjoo@inha.ac.kr

^{***} 종신회원 : 인하대학교 컴퓨터공학부 교수
jhlee@inha.ac.kr

논문접수 : 2002년 12월 9일

심사완료 : 2003년 4월 2일

지원 국가기술선도사업(G7 프로젝트) 중 하나로 '감성 요소 기술 개발 과제'를 선정했다[1,2]. 얼마 전부터 우리 주변에는 'Chaos'나 'Fuzzy' 등의 이름을 붙인 가전 제품들이 늘어나고 있다. 모든 사람들에게 보다 편리함을 느끼게 하도록 감성 공학을 고려하여 만들어진 것들이다. 이렇듯 이미 국내의 많은 대기업들이 자사의 제품에 감성공학을 도입하고 있는 실정이다. 하지만 감성공학의 도입으로 인한 제품의 선호도 변화라든지, 성공사례 같은 수치적 통계는 아직까지 이루어지지 않고 있다. 본 논문에서 감성공학기법을 활용한 시스템에 대한 체계적인 연구가 필요하며 이의 지속적인 개발 및 발전이 요구되고 있다. 고객의 감성에 대한 분석과 제품에 대한 이미지의 구체적인 파악이 선행되어야 비로소 구체적인 제품형상의 구현이 가능하게 된다. 따라서, 감성제품의 개발을 위해서는 고객의 감성을 파악하여 디자인요소와 연결시키는 시스템이 필요하게 된다[3]. 그리고 파악된 디자인요소의 결합을 통한 구체적인 감성제품의 표현기술이 필요하다. 이를 위하여 고객의 감성을 구체적이고 시각적인 디자인 요소로 변환할 수 있는 패션 디자인 추천 시스템이 필요하다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재 개발되었던 감성 공학적 디자인 지원시스템을 소개한다. 3장에서는 소재 설계를 위한 감성 공학적 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 제안한다. 4장에서는 패션 디자인 추천 시스템(FDRS)에서 추천하는 Textile에 대해 실험을 통한 성능평가를 한다. 끝으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

현재 개발된 소재설계를 위한 감성 공학적 디자인 지원시스템은 사용자의 요구 감성에 맞도록 소재를 설계해주게 된다. 이는 섬유소재의 디자인 데이터베이스와 요구감성 데이터베이스를 연결하여 실시간으로 개개인의 요청에 따른 감성을 출현 시키는 시스템이다. 그러나 이러한 요구감성 데이터베이스를 제작할 때 사용한 감성은 평균적 감성으로서 평균적 소비자의 감성의 중간치를 사용한 결과라고 볼 수 있다[1,2]. 그러나 실제 field에서는 소수의 독특한 감정을 갖는 사용자가 있으며 이들의 요구를 충족시키기에는 불충분한 시스템이다. 따라서 소비자의 감성을 라이프 스타일, 감성, 선호도에 따라 분류를 수행하고 패션 디자인의 요소를 분해, 분석하고 다시 재구성함으로써 이를 데이터베이스화하여 그들의 기호에 맞는 디자인을 추천하는 시스템, 즉 사용자의 요구를 따로 입력 받지 않더라도 사용자의 선호감성을 자동으로 파악하여 디자인을 제시할 수 있는 새로운 개념의 시스템을 개발하고자 한다.

현재 협력적 필터링 기술을 이용한 추천 시스템은

Amazon(Books)¹⁾, Moviecritic²⁾, Jester(Humor)³⁾, Firefly⁴⁾에서 많은 적용이 되고 있다. 본 논문에서 제안한 패션 디자인 추천 시스템을 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 이용하여 Textile을 추천하는 시스템의 프로토타입을 만들고자 한다. 다음 절에 제시된 HULIS와 FAIMS은 인간의 감성과 이미지를 물리적인 디자인 요소로 번역해 감성에 맞는 상품을 설계하는 감성공학을 이용한 시스템들이다.

2.1 HULIS-I과 HULIS-II

HULIS-I(HUMAN LIVING System-I)은 20년 전에 히로시마대학의 나가마치(長町) 교수가 개발한 감성 과학 시스템 제 1호로서 실내디자인에서 적용하도록 개발한 것이다. '감성'은 머리 속으로 상상한 것이므로 그림으로 눈에 보이게 시각화하는 것이 이해가 빠르기 때문에 컴퓨터를 사용한다. 또 구체적으로 디자인화하는 과정에서 전문가의 지식을 필요로 하는데 전문가시스템이라는 인공지능 중 가장 잘 알려진 편리한 방법의 형식을 활용하고 있다. 감성공학 전문가시스템의 구성은 크게 추론부분(추론엔진과 지식베이스)과 데이터베이스(형용사 데이터베이스와 이미지 데이터베이스), 또한 그것을 화면으로 표시해주는 그래픽에 의한 데이터베이스(디자인 데이터베이스와 색상 데이터베이스)로 구성된다. HULIS-II은 인공지능에 의한 추론으로 고객의 가족현황, 라이프 스타일, 예산 등에 적합한 평면도 등을 고객에게 제안하고 설명한다. 고객은 제안을 수용하거나 수정하며, 또한 고객에게는 보여주지 않는 원가계산, 건축 시공상의 상세도면 등을 인쇄해주는 시스템이다[1].

2.2 FAIMS-I과 FAIMS-II

FAIMS-I(FASHION IMAGE System-I)은 여대생용 의상을 감성공학을 이용하여 결정하는 컴퓨터 시스템이다. 이는 HULIS의 구성부분 중 전문가시스템의 셀을 그대로 사용하고 데이터베이스만 패션용으로 변경하였다. 사용자의 감성과 이미지를 구체적인 디자인 요소로 변환하여 원하는 감성을 실현하도록 설계하는 방법이며 이때 '반대경로'로 지정도 가능하다. 원하는 감성이 데이터베이스에서 검색되고 그 다음 이미지 데이터베이스에서 이 감성과 관계있는 디자인이 계산되고, 이 디자인이 그래픽 모듈을 통해 구체적인 그래픽으로 화면에 보여진다. FAIMS-II은 FAIMS-I을 확장한 것으로 여대생의 인체 측정치를 첨가하여 개발되었다. 3군데의 인체 측정치를 입력하면 시스템은 그 사람의 체형을 추론하고 영상화한다. 또한 새로 마련할 옷의 이미지를 단어로

1) Amazon(<http://www.amazon.com/>)

2) Moviecritic (<http://www.moviecritic.com>)

3) Jester (<http://shadow.ieor.berkeley.edu/humor/>)

4) Firefly (<http://www.firefly.com>)

입력하면 컴퓨터는 데이터베이스를 활용하여 그 감성 형용사에 맞는 복장을 추천한다[1,3,4].

3. 소재 설계를 위한 감성 공학적 Textile 기반의 협력적 필터링 기술

감성 공학적 Textile 기반의 협력적 필터링 기술 [5,6,7]을 이용하여 소재 설계하기 위한 패션 디자인 추천 시스템은 고객의 감성을 파악하고 디자인 요소와 결합하는 시스템이다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 이용한 패션 디자인 추천 시스템의 구성도이다.

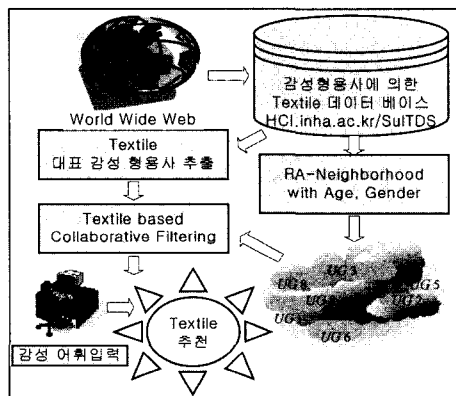


그림 1 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 이용한 패션 디자인 추천 시스템 구성도

웹을 이용한 설문지를 통해서 소재에 대한 사용자의 감성이나 선호도에 대한 Textile의 대표 감성 형용사를 추출함으로써 소재 개발을 위한 감성 형용사 데이터베이스를 구축한다. 구축된 감성 형용사 데이터베이스를 기반으로 한다. 패션 디자인 추천 시스템은 서버와 클라이언트 모듈로 구성하였다. 사용자가 패션 디자인 추천 시스템의 클라이언트 모듈에서 감성 형용사를 입력을 하면 감성이 비슷한 사용자들을 기반으로 Textile 기반의 협력적 필터링 기술[7-10]에 의해 패션 디자인을 서버 모듈에서 추천한다.

3.1 감성 형용사에 의한 Textile 데이터베이스 구축

감성 형용사 수집은 형용사 형태로 표현을 하며 사전, 잡지, 문헌 등에서 단어를 추출하는 방법과 상품을 디자인하는 디자이너들이 사용하는 단어를 직접 모으는 방법을 사용하였다. 감성을 표현하는 형용사 쌍을 각각 선택하도록 해서, 36개의 감성 형용사를 확정하였다. 웹에서 설문조사는 총 60개의 Textile에 대해서 설문하는 사용자들이 느끼는 감성의 정도를 표현한 것이다. 웹 기반 설문조사의 구성은 하나의 페이지에 6개의 Textile

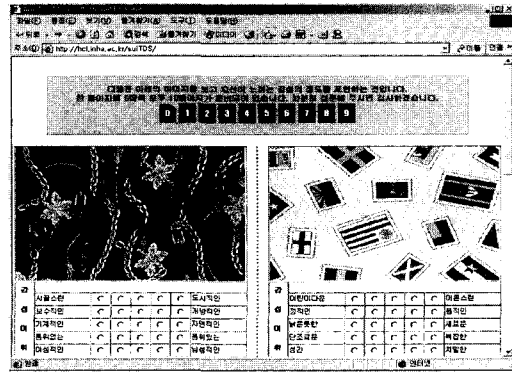


그림 2 Textile 디자인에 대한 감성 형용사 설문 조사

표 1 Textile에 대한 감성 형용사

	-2	-1	0	+1	+2		-2	-1	0	+1	+2
어두운						밝은	시골스런				도시적인
청순한						섹시한	보수적인				개방적인
탁한						맑은	곡선적인				직선적인
정적인						동적인	복고적인				현대적인
차가운						따뜻한	단조로운				복잡한
부드러운						거친	동양적인				서양적인
어린이다운						어른스런	품위없는				품위있는
기계적인						자연적인	여성적인				남성적인
낡은듯한						새로운	성긴				치밀한

을 10단계로 설문하는 것이다. 그림 2는 웹을 통해서 Textile에 감성 형용사를 기반으로 선호도를 표시하기 위한 설문 조사의 첫 화면이다.

설문지에 사용된 Textile에 대한 감성에 대한 형용사 쌍은 표 1에 제시하였다. 의미분별척도의 형식으로 -2에서 +2까지의 척도(5단계)로 512명의 사용자(남자 259명, 여자 253명)들에게 평가하였다. 감성 형용사에 의한 Textile 데이터베이스는 사용자들이 평가한 평가 데이터, 사용자의 프로필, Textile에 대한 정보를 구축하였다[11,12].

Textile은 상상물(Imaginal), 자연물(Natural), 기하학물(Geometry), 인공물(Artificial)의 4개의 카테고리 각각 20개의 Textile을 분류하였다. 각각의 카테고리 별로 분류한 기준은 인하대학교 의상 디자인과의 교수들에 의해 분류되었다.

3.2 Textile에 대한 대표 감성 형용사 추출

인간의 감성은 모호하여 정량적이고 객관적으로 측정이 어렵다. 그 표현도 형용사 등의 제한된 형용사에 의하여 나타나기 때문에 추상적인 사용자의 이미지를 파악하는 것은 어려운 일이다. 본 논문에서는 Textile에 대한 감성 형용사를 추출하는 과정을 통해 일반적인 사용자들의 감성을 파악하는 것이다[8,12]. 각각의 Textile은 사용자에게 의해서 평가된 감성 형용사의 수치 정보를

가지고 본 논문에서 제안하는 Textile에 대한 감성 형용사를 추출하는 알고리즘은 다음과 같다.

- [단계 1] Textile에 대해 감성 데이터를 군집.
- [단계 2] 감성 형용사별로 평균과 표준편차를 계산.
- [단계 3] 감성 형용사를 평균으로 정렬(Top5).
- [단계 4] Textile 감성 형용사 데이터베이스를 구축.

단계 3에서 Top5는 감성 형용사를 평균으로 상위 5개의 형용사까지 정렬한다는 의미이다. Top5를 사용하는 이유는 Textile은 하나의 대표 감성 형용사로 표현이 불가능하다. 그래서 하나의 Textile에 대해서 복합적인 감성 형용사들(하나 이상의 형용사들)을 이용하여 표현한다.

3.3 성별과 나이에 의한 Representative Attribute-Neighborhood

기존의 협력적 필터링 알고리즘에서 유사한 이웃을 찾아내기 위한 방법으로 Thresholding과 Best-n-Neighborhood을 사용하는 기존의 방법[6,13] 대신에 성별과 나이를 적용한 Representative Attribute-Neighborhood 방법[9]을 사용한다. 본 논문에서는 같은 성별 또는 같은 나이를 가진 사람들은 각각의 Textile에 대해서 유사한 선호도를 가진다고 가정한다. 성별과 나이를 유사한 이웃을 찾아 내는데 적용한 이유는 남성과 여성간의 성별 차이(discrimination between male and female)와 세대차(generation gap)를 통해서 Textile의 예측의 정확도를 높이기 위함이다. 나이의 범위는 1-14, 15-19, 20-24, 25-29, 30-39, 40-49, 50-59로 정의한다. 그림 3은 성별과 나이를 군집에 따른 히스토그램이다.

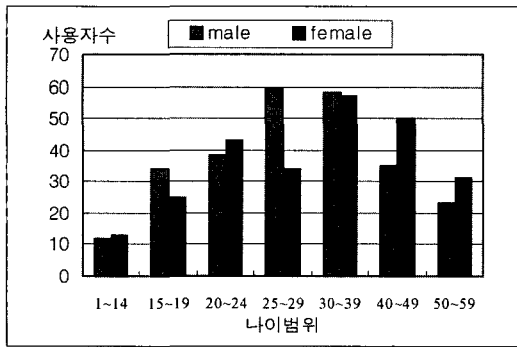


그림 3 성별과 나이 군집에 따른 히스토그램

알고리즘 1은 Representative Attribute-Neighborhood 방법에 성별과 나이를 적용하여 사용자를 군집하는 알고리즘이다. 이는 3.4절의 Textile 기반의 협력적 필터링 기술에서 예측에 사용될 이웃의 수를 결정하기 위해서 사용한다[7,9,10,14,15].

```

Num_class # of item in GenreID;
Num_gender # of item in Gender
Num_age # of item in Age
For(i=1; i Num_class; i++){
  For(j=1; j Num_gender j++){
    For(k=1; k Num_age k++){
      UserGroup(i, j, k) 조건 만족하는 User Group.
    }
  }
}
//Representative Attribute-Neighborhood with gender and age group
Assign(User Group)
    
```

알고리즘 1 성별과 나이를 적용한 RA-Neighborhood

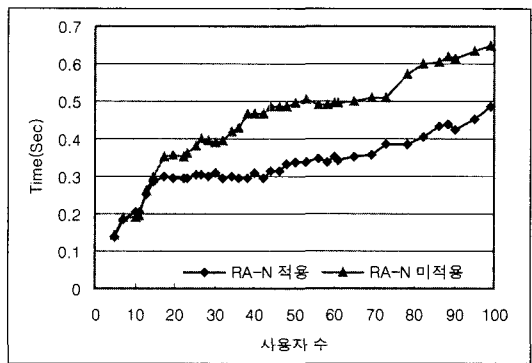


그림 4 실시간에서 RA-Neighborhood의 성능평가

본 논문에서 정의한 성별과 나이 군집을 적용한 Representative Attribute(RA)-Neighborhood 방법을 실시간에 적용하면, 그림 4와 같이 패션 디자인의 추천 시스템의 예측 시간이 향상된다.

그림 4의 실시간에서 성별과 나이에 의한 Representative Attribute(RA)-Neighborhood를 패션 디자인 추천 시스템(FDRS)에 적용한 성능평가(RA-N적용)를 보면, 미적용한 결과(RA-N미적용)보다 성능이 우수한 것을 확인할 수 있다.

3.4 Textile 기반의 협력적 필터링 기술

Textile 기반의 협력적 필터링 기술은 사용자가 평정한 데이터를 기반으로 사용자가 관심을 가질 것이라고 생각되는 Textile 디자인을 추천해주는 기법이다. 협력적 필터링 기술에서 가장 우선적으로 필요한 것은 특정 사용자와 유사한 선호도를 가지는 이웃을 찾아내는 것이다. 유사도 가중치 값에 관계없이 유사도 가중치가 구해진 모든 이웃들을 사용해서 Textile을 예측할 수 있지만 이는 성능이나 정확도 면에서 그리 좋은 방법은 아니다. 그러므로 시스템이 예측을 할 수 있는 적절한 이웃의 수를 결정하는 것이 무엇보다도 중요하다 [11,16,17]. 예측에 사용될 이웃의 수를 결정[13]하기 위

해서 성별과 나이에 의한 Representative Attribute-Neighborhood 방법[9]을 사용한다. 기본적으로 협력적 필터링 기술의 알고리즘[7,8,10,14,15]은 4가지 단계를 거쳐 구현, 평가되는데 그 단계는 다음과 같다.

[단계 1] 활성화된 사용자와 이웃들과의 유사도 가중치를 정의.

[단계 2] 활성화된 사용자의 특정 Textile을 예측하기 위해서 유사도가 높은 이웃을 어떤 기준으로 선택할지를 결정.

[단계 3] 유사한 선호도를 가지는 이웃들의 Textile에 대한 감성 데이터를 기반으로 활성화된 사용자의 Textile을 예측.

[단계 4] 활성화된 사용자가 선호도를 입력하지 않은 아이템들의 실제 값과 예측된 값을 가지고 협력적 필터링의 결과를 적절한 기준으로 평가.

단계 1에서 피어슨 상관 계수(Pearson correlation coefficient)를 사용하여 사용자 a와 사용자 i의 유사도 가중치는 식 (1)과 같이 정의된다.

$$\rho(a,i) = \frac{\sum_{j=1}^m (v_{a,j} - \bar{v}_a) \times (v_{i,j} - \bar{v}_i)}{\sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{a,j} - \bar{v}_a)^2 \times \sum_{j=1}^m (v_{i,j} - \bar{v}_i)^2}} \quad (1)$$

v_{aj} 는 사용자 a가 Textile j에 대해서 보여준 선호도이고, \bar{v}_a 는 사용자 a가 선호도를 입력한 아이템들에 대한 선호도 평균값이다. \bar{v}_i 는 사용자 i가 Textile에 대해서 평가한 선호도의 평균값이다. 이는 다음 식 (2)와 같이 정의된다.

$$\bar{v}_a = \frac{1}{|I_a|} \sum_{j \in I_a} v_{a,j} \quad (2)$$

j는 사용자 a와 i가 공통으로 선호도를 입력한 Textile이고, m은 Textile의 총 개수이다.

단계 3에서는 식 (3)의 Deviation-from-mean 방법[7,9,14]을 사용하여 예측 선호도 값을 계산한다.

$$p_{a,k} = \bar{v}_a + k \sum_{i=1}^n \rho(a,i) \times (v_{i,k} - \bar{v}_i) \quad (3)$$

$$k = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \rho(a,i)}$$

$p_{a,k}$ 는 사용자 a의 Textile k에 대해서 선호도를 예측한 값이고, \bar{v}_a 는 사용자 a의 선호도 평균값이다. $\rho(a,i)$ 는 식 (1)에서 계산된 사용자 a와 사용자 i의 유사도 가중치([-1,+1])이고, n은 단계 2에서 결정된 이웃들 안의 사용자의 수이다. 이웃들의 수의 결정은 성별과 나이에 의한 Representative Attribute-Neighborhood 방법에 의해서 정해진다. 본 논문에서는 공통으로 평가한

Textile이 없을 때 유사도 가중치 값을 계산할 수 없을 경우 default voting[6,8]을 적용한다. 이는 사용자 중 어떤 사람도 선호도를 입력하지 않은 새로운 Textile에 대해서 기본값을 우선적으로 적용함으로써 추천이 가능하도록 할 수 있다. 대부분의 경우 default voting 값은 중립적이거나 다소간 비선호의 값을 사용하는 경우가 많다[6,15,18]. Textile 기반의 협력적 필터링 기술에서의 default voting 값은 전체 Textile의 평가 데이터의 평균인 2로 정한다. 여기서 default voting 값을 2로 정의한 것은 4.3.2.절의 그림 8에서 Textile의 평가 데이터의 쌍분분포에 따른 것이다.

4. 성능 평가

4.1 실험 환경 및 실험 데이터

본 논문은 감성 공학적 디자인 추천 시스템을 구축하는 방안을 제시하였고, 웹 기반으로 512명의 사용자들을 대상으로 설문 조사하여 감성 형용사에 대한 Textile 데이터베이스를 구축하였다. 그리고 Textile 데이터베이스를 사용하여 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 이용한 패션 디자인 추천 시스템을 개발하였다. 본 연구는 2001년도 학술진흥재단 연구비(KRF-2001-041-D00296)로 수행하였다. 프로젝트를 진행하기 위해서 인하대학교 컴퓨터공학과 의류디자인학과가 공동 연구를 수행하였다. 본 논문에서 제안한 패션 디자인 추천 시스템은 프로그램 심의 조정 위원회에서 프로그램 저작권 등록⁵⁾을 하였고 현재 비즈니스 모델 특허 출원⁶⁾을 한 상태이다.

본 실험에 사용된 컴퓨터 사양은 PentiumIV1.9GHz, 256MB RAM 환경이며, Visual Studio C++ 6.0, Microsoft SQL Server 2000을 사용하여 각 알고리즘을 구현하고 시뮬레이션 하였다. 서버와 클라이언트 모듈로 패션 디자인 추천 시스템을 구성하여 개인적인 정보와 평가 데이터를 이용하여 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 서버에서 처리하도록 구현하였다. 서버와 클라이언트 사이에서 데이터 전송은 협력적 필터링 기술의 결과와 Textile에 대한 이미지가 전송된다. 즉 Textile에 대한 이미지는 서버에서 전송하는 것으로 서버와 클라이언트 모듈에 파일 전송 부분을 추가하여 구현하였다. 클라이언트 모듈을 사용하는 사용자들이 자신의 PC에서 서버에 접근할 때 Textile에 대한 이미지를 서버로부터 다운받게 된다. 간혹 많은 사용자가 서버에 접속할 경우 다운의 속도가 느려지는 단점이 있다. 이는

5) 프로그램심의조정위원회의 프로그램 저작권 등록 (등록번호 2002-01-12-6760)

6) 특허청 비즈니스 모델 특허 출원 (출원번호 10-2002-0070132)

향후에 연구해야 할 과제가 있다[19]. 본 연구에서는 제안한 패션 디자인 추천 시스템을 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 이용하여 웹 기반으로 Textile을 추천하는 시스템의 프로토타입을 만들고자 한다.

실험 데이터는 웹 기반 설문지를 통해 512명의 사용자(남자 259명, 여자 253명)들에게 설문지를 통해서 데이터를 수집하였다. 설문 데이터를 수집하는 기간은 2002년 1월부터 4월 15일까지 약 3달간 설문조사를 하였으며, 정확한 데이터를 얻기 위해서 추천을 통하여 선물을 제공하였다. 설문하기 위한 웹 사이트는 인하대학교 컴퓨터공학과 HCI 연구실 서버(<http://HCI.inha.ac.kr/suITDS>)에 구성하였다.

4.2 패션 디자인 추천 시스템(FDRS)

Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 이용한 패션 디자인 추천 시스템은 다음과 같이 화면 구성이 되어 있다. 사용자가 감성 형용사를 순위별로 입력하는 부분과 입력한 감성 형용사들을 구축된 Textile 데이터베이스에 의해서 3.2절의 Textile에 대한 대표 감성 형용사 추출과 3.4절의 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 이용하여 Textile을 추천하는 부분으로 구성되어 있다. 그림 5는 패션 디자인 추천 시스템에서 감성 형용사를 입력하는 화면이다.

여기서 사용자는 감성 형용사를 순위별로 입력할 수

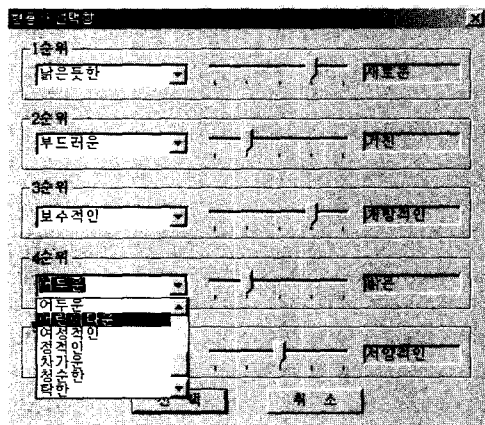


그림 5 패션 디자인 추천 시스템에서 형용사 입력화면

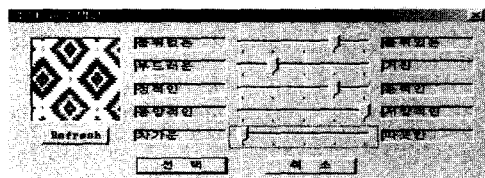


그림 6 패션 디자인 추천 시스템에서 Textile에 대한 선호도 입력화면

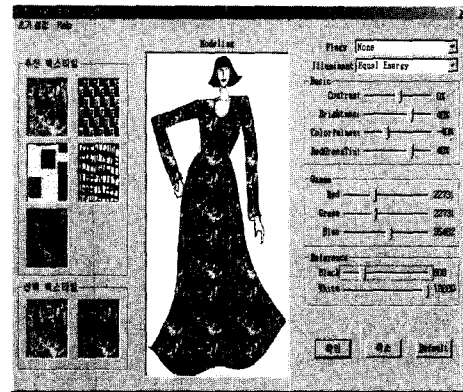


그림 7 패션 디자인 추천 시스템(FDRS)

있다. 각각의 순위는 1순위(100%), 2순위(50%), 3순위(15%), 5순위(5%)로 가중치의 값이 구성된다. 사용자가 선택한 감성 형용사에 대해서 표 1에서 제시한 형용사 쌍에 의해 반대 감성 형용사를 제시한다. 제시된 감성 형용사와 사용자가 선택한 감성 형용사에 대한 평가 데이터를 입력할 수 있다.

그림 5의 패션 디자인 추천 시스템에서 사용자가 감성 형용사를 입력하면, Textile의 대표 감성 형용사에 의해서 조건적 추천한다. 만약 해당되는 감성 형용사가 조건에 없을 경우 그림 6의 Textile 기반의 협력적 필터링 기술에 의해서 다른 사용자들의 선호도를 기반으로 Textile 디자인이 추천된다.

그림 7은 Textile의 대표 감성 형용사 추출과 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 이용한 패션 디자인을 추천하는 화면이다.

추천 스타일에서 Top5에 의해 Textile이 추천된 후 선택한 Textile을 모델에 옷을 코디할 수 있는 시스템이다. 패션 디자인 추천 시스템(FDRS)에 의해서 Top5의 추천된 Textile 중 하나의 Textile을 선택하여 자기의 감성에 맞게 소재를 변화할 수 있다.

4.3 분석 및 성능평가

4.3.1 성능 평가 기준

추천의 성능을 평가하기 위해 본 논문에서는 Breese [8]에 의해 제안된 MAE(Mean Absolute Error)와 순위 스코어 측정(Rank scoring metric)을 사용한다[14,15,18].

MAE는 예측의 정확도를 측정하기 위해서 실제로 사용자가 평가한 값과 예측된 값의 차이에 대한 절대값의 평균을 나타낸다. MAE는 절대적으로 알고리즘이 얼마나 정확하게 예측했는지를 알 수 있으며 식 (4)에 의해 정의된다.

$$S_a = \frac{\sum_{j \in P_a} |P_{a,j} - V_{a,j}|}{m_a} \quad (4)$$

식 (4)에서 $p_{a,j}$ 는 예측된 선호도이며 $v_{a,j}$ 는 실제로 사용자가 평가한 선호도이다. 또한 m_a 는 새로운 사용자에 의해 평가된 Textile의 수를 의미한다.

순위 스코어 측정은 순위가 있는 목록에 있는 Textile을 사용자가 평가하는 가의 측정이다. 순위 스코어 측정은 Textile을 선택할 확률이 목록의 하단으로 갈수록 지수적으로 감소한다는 전체에서 측정된다. 각 Textile은 사용자 선호도의 가중치의 값에 따라 내림차순으로 j 에 의해 정렬되어 있다고 가정한다. 식 (5)는 순위가 부여된 Textile의 목록에 대한 사용자 U_a 의 순위 스코어 측정에 대한 기대 이용도(Expected utility)를 계산하기 위한 식이다.

$$R_a = \sum_j \frac{\max(V_{a,j} - d, 0)}{2^{(j-1)/(\alpha-1)}} \quad (5)$$

식 (5)에서 d 는 Textile에 대한 중간 평가 값이며 α 는 반감기(halfife)이다. 반감기는 사용자가 평가하거나 방문할 50-50의 기회가 있는 목록에 있는 Textile의 수이다. 본 논문의 평가에서는 반감기를 5로 사용한다.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^u R_i}{\sum_{i=1}^u \max(R_i)} \times 100 \quad (6)$$

식 (6)에서 $\max(R_i)$ 는 사용자가 평가한 Textile이 순위가 있는 목록상에서 상위에 나타났을 경우에 측정된 순위 스코어 측정에 대한 기대 이용도의 최대값이다.

4.3.2 제안된 방법의 성능 평가

패션 디자인 추천 시스템을 개발하기 위해서 웹 기반 설문 조사를 3개월 동안 512명의 사용자들에 의해서 31232개의 평가 데이터를 수집하였다. 259명의 남자는 75083개의 평가를 하였고, 253명의 여자는 74926개의 평가를 하였다. 그림 8은 Textile에 대한 사용자들이 평가한 데이터의 쌍분포를 나타낸 것이다.

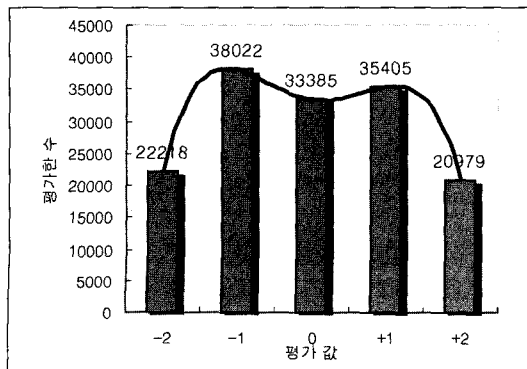


그림 8 Textile에 대한 사용자의 평가 데이터 쌍분포

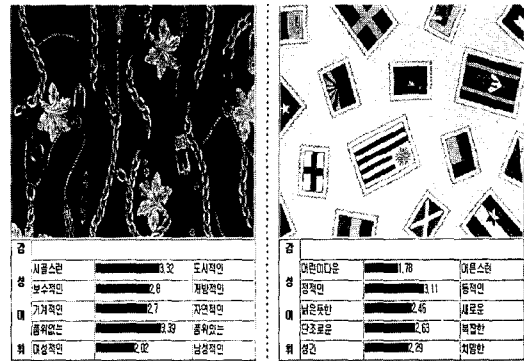


그림 9 웹에서의 감성 형용사별 평가 데이터 일부

그림 8의 Textile에 대한 사용자의 평가 데이터의 쌍분포를 보면 1과 +1에 많은 평가가 되어 있는 것을 볼 수 있다. 추천 시스템을 구축하기 위해서 2, -1, 0, +1, +2의 평가 값을 1, 2, 3, 4, 5로 매핑하여 계산해야 한다. 이는 반대적인 성향을 가진 형용사 쌍을 표현하기 위한 것이다. 평가 값의 1과 +1은 2로 매핑되어 계산된다. $([-2, -1, 0, +1, +2] \rightarrow [1, 2, 3, 4, 5] \parallel [-2, -1, 0, +1, +2] \rightarrow [5, 4, 3, 2, 1])$ 평가 데이터의 쌍분포를 통하여 2을 default voting 값으로 정의한다[15].

Textile에 대한 대표 형용사 추출은 60개의 Textile에 대해서 실험을 진행하였다. Textile에 대한 대표 형용사 추출의 전체 결과 화면은 <http://HCI.inha.ac.kr/sulTDS/result.htm>에 나타내었고, 그림 9는 감성 형용사별 평가 데이터의 일부이다.

여기서 감성 형용사별 평가 데이터는 3을 기준으로 감성 형용사 쌍의 수치 정도를 나타낸 것이다. 예로 그림 9의 왼쪽의 Textile에 대해서 '시골스런'과 '도시적인'의 감성 형용사에 3.32라는 수치가 있다면 이는 '도시적인'이 '시골스런'에 비해 감성 평가 정도가 0.32만큼 치우쳐 있다고 해석을 하면 된다(도시적인 0.32, 보수적인 0.2, 기계적인 0.3, 품위있는 0.39, 여성적인 0.98). 이 데이터를 이용해서 3.2점의 각각의 단계별로 추출한 결과 그림 10은 대표 감성 형용사 추출 결과의 일부분만 나타낸 것이다. 그림 10에서 Textile에 대한 대표 감성 형용사 추출의 결과를 보면, 하나의 Textile에 대해서 5개의 감성 형용사가 나열되어 있는 것은 표 2의 대표 감성 형용사 추출의 단계 중 Top5에 의한 것이다. 이는 위에서 아래 순으로 Textile을 대표하는 감성 형용사의 나열이다.

본 논문에서는 패션 디자인 추천 시스템(FDRS)의 성능 평가를 하기 위한 실험 방법은 3가지 방법으로 실험을 진행하였다. 첫 번째 방법(Rep_sen)은 Textile에 대한 대표 감성 형용사를 기반으로 사용자가 입력한 감성





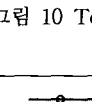
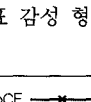
Textile	감성형용사	Textile	감성형용사
	여성적인		직선적인
	품위있는		단조로운
	도시적인		어린이다운
	기계적인		짙적인
	보수적인		도시적인
	직선적인		복고적인
	탁한		탁한
	보수적인		어른스런
	자연적인		부드러운
	거친		단조로운

그림 10 Textile에 대한 대표 감성 형용사 추출 결과

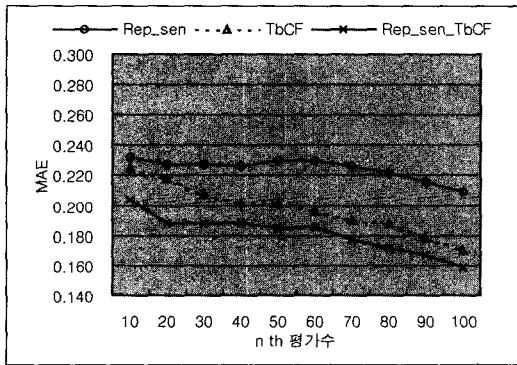


그림 11 n번째 평가에서의 MAE

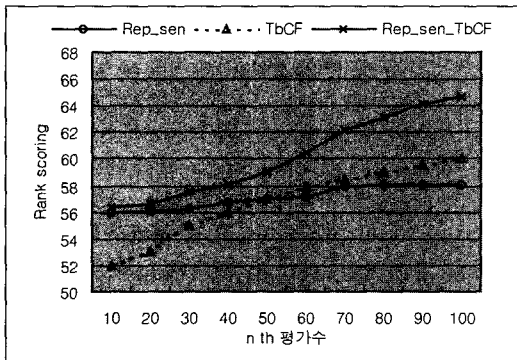


그림 12 n번째 평가에서의 순위 스코어

형용사에 따른 Textile을 추천하는 방법이다. 두 번째 방법(TbCF)은 Textile 기반의 협력적 필터링 기술에 의해서 Textile을 추천하는 방법이다. 마지막 방법(Rep_sen_TbCF)은 Textile에 대한 대표 감성 형용사를 기반

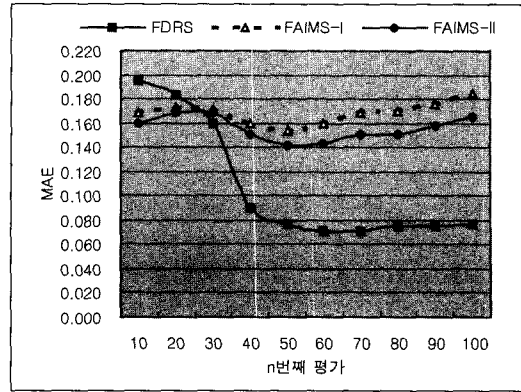


그림 13 사용자 수의 변화에 따른 MAE

으로 조건적 추천한 후 조건에 없을 경우 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 의해서 다른 사용자들의 선호도를 기반으로 Textile 디자인을 추천하는 방법이다.

그림 11과 그림 12는 식 (4)와 식 (6)을 기반으로 사용자 수를 변화 시킴에 따른 Rep_sen, TbCF, Rep_sen_TbCF의 MAE와 순위 스코어를 나타낸다.

사용자가 평가한 횟수를 증가시킴에 따라 TbCF, Rep_sen_TbCF의 성능은 높아지나, Rep_sen를 이용한 방법은 큰 차이가 없음을 나타낸다. 예측의 정확도는 제안한 Textile에 대한 대표 감성 형용사 추출과 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 병합한 방법(Rep_sen_TbCF)이 Rep_sen, TbCF의 방법보다 우수함을 알 수 있다.

그림 13은 식 (4)를 기반으로 사용자 수를 변화 시킴에 따른 제안된 패션 디자인 추천 시스템(FDRS), FAIMS-I와 FAIMS-II의 MAE의 성능평가를 나타낸다.

그림 13은 사용자의 수가 많아짐에 따라 제안한 패션 디자인 추천 시스템(FDRS)의 성능은 높아지나 FAIMS-I와 FAIMS-II의 방법은 큰 차이가 없음을 나타낸다. 예측의 정확도는 제안한 패션 디자인 추천 시스템이 FAIMS-I와 FAIMS-II 방법보다 우수함을 알 수 있다. 이는 기능면에서는 비슷하지만 성별과 나이를 적용한 Representative Attribute-Neighborhood 방법을 사용하여 실시간으로 사용자를 군집하고, 성향이 비슷한 사용자에게 Textile을 추천하기 때문에 제안한 방법(FDRS)이 효과적임을 알 수 있다.

5. 결론

Textile에 대한 인간의 감성은 Textile의 성능과 사용의 편리함 등의 내적 요소뿐만 아니라 Textile의 외적 요소(크기, 색상, 스타일 등)와 관련되어 있다[3,4]. 이와 관련지어 디자인 분야에서는 소비자의 감성이 구체적인

Textile의 물리적 특성으로서의 디자인 요소와 어떻게 결부되는가를 파악하여 Textile의 디자인 설계로 추진되어 가는 방향으로의 접근을 시도했으며, 사용자가 어떤 감성을 가지고 있는가를 명확히 하고 그 감성에 부응하는 Textile 기반의 디자인 추천 시스템의 개발을 하였다. 패션 디자인 추천 시스템은 Textile에 대한 대표 감성 형용사를 기반으로 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 의해서 다른 사용자들의 평가 데이터를 기반으로 Textile을 추천하는 방법이 실험을 통하여 성능이 좋은 것을 입증하였다.

현재 Textile 기반의 협력적 필터링 기술을 이용한 패션 디자인 추천 시스템(FDRS)은 웹 기반 데이터베이스가 구축되었고, 인하대학교 전자계산공학과 HCI 연구실에 설치되어 운영되고 있다.

향후에 감성 데이터베이스에서 추출된 데이터와 클라이언트 모듈은 Setup 파일로 만들어 감성연구원에게 배포하여 쉽게 활용하도록 할 것이다. 앞으로 더 연구되어야 할 것은 패션 디자인 추천 시스템을 기반으로 개인화 추천 웹 에이전트를 개발하는 것이다. 이는 실시간으로 추천하는데 있어서 시스템의 자원의 소비를 효과적으로 줄일 수 있는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Eunjou Yi, Youngjoo Na, John G. Casali, and Gilsoo Cho, "A Fabric Sound Evaluation System for Totally Auditory-Sensible Textiles," *Textile Research Journal*, Vol. 72, No. 7, pp. 638-644, 2002. 7.
- [2] 권규식, 이정우, "감성공학적 제품개발을 위한 감성과 디자인 요소와의 관계 모형화", *한국감성과학회 연차 학술대회논문집*, 연세대학교, pp. 11-15, 1997.11.
- [3] 조길수, 나영주, "소비자의 라이프스타일에 따른 견직물의 선호감성과 태평가", *한국감성과학회 추계 학술대회발표논문집*, pp. 140-144, 2000.
- [4] 정경용, 나영주, "소재설계를 위한 감성공학적 디자인 지원 시스템 개발", *한국섬유공학회지*, 제40권, 제3호, pp. 312-320, 2003.
- [5] M. O. Connor and J. Herlocker, "Clustering Items for Collaborative Filtering," *Proceedings of the ACM SIGIR Workshop on Recommender Systems*, Berkeley, CA, 1999.
- [6] J. Herlocker, J. Konstan, A. Borchers and J. Riedl, "An Algorithm Framework for Performing Collaborative Filtering," *In Proceedings of ACM SIGIR'99*, 1999.
- [7] K. Y. Jung, J. H. Lee, "Prediction of User Preference in Recommendation System using Association User Clustering and Bayesian Estimated Value," *Lecture Notes in Artificial Intelligence 2557*, Springer-Verlag, 15th Australian Joint Conference on Artificial Intelligence, December 2-6, 2002.
- [8] J. S. Breese and D. Heckerman and C. Kadie, "Empirical Analysis of Predictive Algorithms for Collaborative Filtering," *Proc. of the 14th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, 1998.
- [9] K. Y. Jung, J. K. Ryu, and J. H. Lee, "A New Collaborative Filtering Method using Representative Attributes-Neighborhood and Bayesian Estimated Value," *Proceedings of International Conference on Artificial Intelligence: Las Vegas, USA, June 24-27, 2002*.
- [10] K. Y. Jung, Y. J. Park, and J. H. Lee, "Integrating User Behavior Model and Collaborative Filtering Methods in Recommender Systems," *International Conference on Computer and Information Science*, Seoul, Korea, August 8-9, 2002.
- [11] C. Basu and H. Hirsh and W. W. Cohen, "Recommendation as classification: Using social and content-based information in recommendation," *In proceedings of the Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence*, pp. 714-720, Madison, WI, 1998.
- [12] Jason J. Jung, Kyung-Yong Jung, Geun-Sik, Jo, "Ontological Cognitive Map for Sharing Knowledge between Heterogenous Businesses," *Lecture Notes in Computer Science, the 18th International Symposium on Computer and Information Sciences*, Turkey, November 3-5, 2003.
- [13] G. Karypis, "Evaluation of Item-Based Top-N Recommendation Algorithms," *Technical Report CS-TR-00-46*, Computer Science Dept., University of Minnesota, 2000.
- [14] Kyung-Yong Jung, Young-Joo Na, Jung-Hyun Lee, "FDRAS: Fashion Design Recommender Agent System using the Extraction of Representative Sensibility and the Two-Way Filtering on Textile," *Lecture Notes in Computer Science 2736*, Springer-Verlag, 14th International Conference on Database and Expert Systems Applications, 2003.9.
- [15] 정경용, 협력적 여과 시스템에서 연관 사용자 군집과 베이저안 추정치를 이용한 예측 방법, *인하대학교 대학원 석사학위논문*, 2002.
- [16] T. Michael, *Maching Learning*, McGraq-Hill, pp. 154-200, 1997.
- [17] P. Resnick, et. al., "GroupLens: An Open Architecture for Collaborative Filtering of Netnews," *Proc. of ACM CSCW'94 Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp. 175-186, 1994.
- [18] 정경용, 김진현, 이정현, "연관 사용자 군집과 베이저안 분류를 이용한 사용자 선호도 예측 방법", *한국정보과학회 추계학술발표 논문집(II)-우수논문*, pp. 109-111, 2001.
- [19] N. Good, B. Schafer, J. Konstan, A. Borchers, B. Sarwar, J. Riedl, "Combining Collaborative fil-

tering with Personal Agents for Better Recommendation," AAAI/IAAI, 1999.



정 경 용

2000년 인하대학교 전자계산공학과(공학사). 2002년 인하대학교 전자계산공학과(공학석사). 2002년~현재 인하대학교 전자계산공학과 박사과정. 2001년~현재 에이플러스전자(주) 선임연구원. 2003년~현재 가천길대학 뉴미디어과 겸임교수

관심분야는 웹 마이닝, 기계학습, 정보검색, CRM, 협력적 필터링, 자연어처리, 전자상거래



나 영 주

1988년 서울대학교 의류학과(이학사)
1990년 서울대학교 대학원(이학석사)
1994년 University of Maryland Textiles & Consumer economics PhD
1995년 서울대학교 의류학과 시간강사
1995년~현재 인하대학교 의류학과 교수

관심분야는 감성과학, 텍스타일정보 및 기획, 의복환경



이 정 현

1977년 인하대학교 전자공학과 졸업
1980년 인하대학교 대학원 전자공학과(공학석사). 1988년 인하대학교 대학원 전자공학과(공학박사). 1979년~1981년 한국전자기술연구소 시스템 연구원. 1984년~1989년 경기대학교 전자계산학과 교수. 1989년~현재 인하대학교 컴퓨터공학부 교수. 관심분야

는 자연어처리, HCI, 정보검색, 음성인식, 음성합성, 컴퓨터 구조