

내비게이션 지원을 목적으로 한 보행자 감성모델의 구축*

Towards a Pedestrian Emotion Model for Navigation Support

김돈한**†

Donhan Kim**†

울산대학교 디지털콘텐츠디자인학과**

Department of Digital Contents Design, University of Ulsan**

Abstract

For an emotion retrieval system implementation to support pedestrian navigation, coordinating the pedestrian emotion model with the system user's emotion is considered a key component. This study proposes a new method for capturing the user's model that corresponds to the pedestrian emotion model and examines the validity of the method. In the first phase, a database comprising a set of interior images that represent hypothetical destinations was developed. In the second phase, 10 subjects were recruited and asked to evaluate on navigation and satisfaction toward each interior image in five rounds of navigation experiments. In the last phase, the subjects' feedback data was used for of the pedestrian emotion model, which is called 'learning' in this study. After evaluations by the subjects, the learning effect was analyzed by the following aspects: recall ratio, precision ratio, retrieval ranking, and satisfaction. Findings of the analysis verify that all four aspects significantly were improved after the learning. This study demonstrates the effectiveness of the learning algorithm for the proposed pedestrian emotion model. Furthermore, this study demonstrates the potential of such pedestrian emotion model to be well applicable in the development of various mobile contents service systems dealing with visual images such as commercial interiors in the future.

Keywords : Knowledge-Base, Pedestrian Emotion Model, Data Retrieval, Steepest Descent Method

요약

본 연구에서는 보행자의 이동(Navigation)지원을 목적으로 한 감성검색시스템의 구축(Implementation)에 있어 시스템의 주요 구성요소 중의 하나인 보행자 감성모델을 사용자의 감성에 일치시키는 방법에 대해 제안하고, 평가실험을 통하여 모델의 타당성을 검증하였다. 가상의 목적지를 의미하는 인테리어 이미지 화상을 이용하여 데이터베이스를 작성한 후 10명의 실험 참가자를 대상으로 각각 5회에 걸쳐 목적지 검색과 만족도에 대한 평가실험을 실시하였다. 실험 참가자에게는 각 실험단계마다의 검색결과에 대해 만족도를 평가하도록 하였으며, 피험자로부터의 피드백 데이터를 이용하여 데이터베이스에 구축된 보행자 감성모델을 반복적으로 학습하도록 하였다. 평가실험 종료 후 보행자 감성모델의 학습효과를 확인하기 위하여 재현율(Recall ratio), 적합율(Precision ratio), 검색순위(Retrieval ranking), 만족도(Satisfaction level)를 비교하였다. 실험결과 5회의 학습을 통하여 재현율, 적합율, 검색순위, 만족도 등이 모두 유의미한 수준으로 상승된 것으로 나타나 본 논문에서 제

* 이 논문은 2007년 울산대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

† 교신저자 : 김돈한 (울산대학교 디지털콘텐츠디자인학과)

E-mail : kdonhan@mail.ulsan.ac.kr

TEL : 052-259-2607

FAX : 052-247-1226

안하는 보행자 감성모델의 학습방법이 개인의 감성을 획득하는 방법으로서 유효하다는 점을 확인하였다. 또한 본 연구에서 제안한 보행자 감성모델은 상업공간의 인테리어와 같은 시각적 이미지 화상을 대상으로 한 모바일 콘텐츠 제공시스템의 개발에 있어서도 유효하다는 점을 확인하였다. 향후 다양한 분야의 정보기기 콘텐츠의 개발에 있어 본 연구에서 제안한 보행자 감성모델이 사용자 개인의 감성을 획득하는 방법론으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 지식베이스, 보행자 감성모델, 정보탐색, 최대 경사법

1. 서론

이동통신기술의 발달과 함께 휴대용 정보기기가 보편화됨에 따라 개인의 감성을 고려하여 모바일 콘텐츠를 제공하기 위한 정보서비스가 주목을 받고 있다.

특히 기존의 단순기능만을 제공하던 위젯 중심에서 사용자가 직접 제작한 콘텐츠를 이용할 수 있는 스마트폰 중심으로 휴대폰 환경이 변화하면서 개인의 감성적인 행동을 지원하기 위한 지능형 콘텐츠 개발의 필요성이 높아지고 있다. 실제로 iPhone(Apple사)이나 Nexus one(Google사) 등의 스마트폰에서는 GPS로부터 취득한 위치정보를 이용하여 보행자의 내비게이션 지원이나 주변정보 등의 정보서비스를 제공하고 있기도 하다.

보행자의 내비게이션 지원과 관련해서는 현재까지 다수의 연구사례가 보고되고 있다. 대표적인 연구로는 보행자가 원하는 목적지를 구체적으로 추론하는 목적지 정보 검색에 대한 연구(Shibata et al., 2002), 목적지까지의 복수경로를 유전적 알고리즘을 이용하여 탐색하는 최적경로설정에 대한 연구(Maruyama et al., 2004; Akasaka & Onisawa, 2006), 경로유도에 있어 보행자의 인지적 특성을 고려한 정보표시방법에 대한 연구(Hukui et al., 2003; Akao et al., 2004) 등이 있다. 또한 시각정보로부터의 감성추출과 관련된 연구로는 디지털 전통공예 프리젠테이션을 위한 감성정보처리법(Miyakawa et al., 2004), 감성어의 계층구조를 이용한 배색으로부터의 개성추출에 대한 연구(Konishi et al., 2008) 등이 있다. 그러나 이와 같은 정보서비스나 감성관련 연구들 가운데서 보행자 개인의 감성이나 기호를 고려하여 내비게이션 지원정보를 제공하기 위한 연구는 아직까지 보고된 사례가 드물다. 감성정보 처리와 관련된 기존의 연구들은 표준집단을 가정한 다수의 실험 참가자를 대상으로 질문지나 인터뷰 조사를 통해 수집한 데이터에 기초하고 있는 것이 일반

적이었다. 이렇게 평균적으로 처리된 감성데이터는 많은 사람들에게 어느 정도의 유용성이 있다는 이점을 지니고는 있으나 평균에서 벗어난 개인의 감성을 고려하여 개인에 특화된 정보나 서비스를 제공하고자 할 경우에는 한계가 있다. 특히 인테리어, 쇼핑, 식사 등과 같이 개인 맞춤형 서비스가 필요한 경우에는 보다 개인의 감성을 중시한 디자인이나 정보서비스가 필요하지만 표준집단을 대상으로 수집한 감성데이터만으로는 개인이 원하는 정보나 서비스를 효율적으로 제공할 수 없다.

모바일 환경 하에서 개인의 감성을 고려하여 콘텐츠 정보를 제공하기 위해서는 먼저 감성을 유발시키는 자극에 대한 물리적 속성을 추출하고, 물리적 자극으로부터 사용자가 받아들이는 감성반응과의 인과관계를 규명하여 상호 간을 추정할 수 있는 기술의 개발이 선행되어야 한다. 또한 사용자의 감성특성이 정보검색과정에 유연하게 반영될 수 있는 검색 알고리즘 및 개인 감성모델의 학습방법이 개발되어야 한다. 마지막으로 모바일 환경 하에서 사용자에게 콘텐츠 정보를 제공하기 위한 감성검색시스템의 구축(Implementation)이 필요하다.

이와 같은 점을 배경으로 김돈한(2006, 2007), Kim과 Kitajima(2007)는 보행자의 감성특성을 이용하여 내비게이션의 초기단계에서 발생하는 멘탈모델에 관한 문제를 개선하기 위해 행동제안적인 기능을 갖춘 보행자 내비게이션 지원시스템을 제안하였다. 이들 연구에서는 감성유발자극으로서의 상업공간을 구성하는 시각적 특성의 변화가 보행자의 감성에 미치는 영향관계를 정량적으로 분석하여 감성정보 지식베이스를 구축하고 이를 정보검색에 활용함으로써 보행자의 감성을 내비게이션에 반영할 수 있도록 하고 있다.

한편 감성검색시스템을 이용하여 보행자 개인의 감성에 맞는 콘텐츠 정보를 제공하기 위해서는 평균화 처리된 감성데이터를 기초로 작성된 지식베이스를 보

행자 개인의 감성모델로 재구축하지 않으면 안 된다. 그러나 선행연구에서는 지식베이스의 학습을 통한 보행자 감성모델의 갱신방법에 대해서는 제안하고 있지 않았다. 이와 같은 점을 개선하기 위하여 본 연구에서는 보행자의 내비게이션지원을 목적으로 한 감성검색 시스템을 구축함에 있어 시스템의 구성요소 중의 하나인 보행자 감성모델을 사용자의 감각에 일치시키는 방법에 대해 제안하고, 평가실험을 통하여 모델로서의 타당성을 검증하고자 한다.

본 연구에서 제안하는 보행자 감성모델의 구축방법은 감성검색시스템의 사용자가 모바일 단말기를 이용하여 목적지나 경로를 반복적으로 검색함으로써 자신의 감성에 적합한 감성을 검색시스템이 지속적으로 획득할 수 있다는 점에 그 특징이 있다.

2. 보행자 감성검색시스템

2.1. 감성검색법의 개요

일반적으로 검색시스템은 검색대상, 키워드, 색인의 세 가지 요소로 구성되며, 검색 시에는 사용자가 검색조건으로 지정한 키워드와 색인어 사이의 일치여부를 데이터베이스에 조회하여 최종적인 검색결과를 제시하게 된다. 여기에서 키워드와 색인어 사이의 관계는 이분법적인 크리스프(Crisp) 집합론에 기초하여 결정되기 때문에 색인어로 등록되어 있는 데이터만 검색결과로 제시된다. 그러나 현실적으로는 검색조건에 부분적으로 일치하는 검색대상도 존재하기 때문에 검색결과를 이분법적인 크리스프 집합으로 제한시키는 것은 문제가 있다. 특히 본 연구에서와 같은 감성검색의 경우에는 검색대상 자체에 많은 불확실성을 내포하고 있기 때문에 크리스프 집합론을 기초로 한 키워드 검색방법만으로는 사용자의 감성을 만족시키는 검색결과를 기대할 수 없다.

이러한 점을 감안하여 본 연구에서는 퍼지집합으로 검색결과가 주어지는 데이터 검색법을 채용하고 있다. 이 방법에서는 검색결과가 검색조건에 일치하는 정도를 나타내는 [0, 1] 범위의 수치(멤버십 함수 값)가 부여된다. 여기에서 '0'은 검색결과가 검색조건을 전혀 만족시키지 않는 경우를 의미하며, '1'은 완전하게 만족하는 경우를 의미한다. 검색결과가 검색조건에 일치하는 정도를 나타내는 만족도는 키워드 사이

의 상관관계가 기술된 퍼지 시소러스(Fuzzy Thesaurus)를 이용하여 산출된다. 사용자는 만족도의 수준을 검색조건으로 자유롭게 지정함으로써 검색결과와 수를 효율적으로 조정할 수 있게 된다. 본 연구에서는 퍼지 시소러스를 이용한 감성검색방법으로 Kim & Kitajima (2007)가 제안한 퍼지 데이터 검색법을 적용하였다.

2.2. 보행자 감성모델

전술한 바와 같이 키워드를 이용한 검색시스템에서는 복수의 검색키워드 사이의 관련성을 기술한 시소러스가 사용된다. 본 연구에서는 보행자의 감성이 검색결과에 반영될 수 있도록 시소러스를 구성하고 있는 키워드 사이의 관련성을 [0, 1] 범위의 2차원 퍼지 행렬로 표현하였다. 여기에서 검색키워드는 'Modern', 'Classic' 등의 감성을 나타내는 어휘가 되며, 이 어휘를 '감성어'로 표현하기로 한다. 감성어 사이의 관련성은 동일한 사람 혹은 집단이 동일한 감성유발자극에 대하여 동시에 평가한 감성어 사이의 '중복관계'의 크기를 계산하는 것으로 구해진다. 여기에서 '중복관계'의 크기란 감성어 i 를 색인으로 가진 감성자극 집합과 감성어 j 를 색인으로 가진 감성자극 집합 중에서 감성어 i 와 j 를 동시에 색인으로 가진 집합이 점하는 비율을 의미하며, 이것이 클수록 감성어 i 와 j 사이의 상관관계가 크다고 할 수 있다. 즉, 임의의 감성자극에서 감성어 i 와 j 를 각각 색인으로 가진 집합의 비율을 ' p_i ', ' p_j '로 하고, i 와 j 를 동시에 색인으로 가진 집합의 비율을 ' p_{ij} '로 하면, 이 값을 어느 한 쪽만 색인으로 가지고 있는 집합의 비율인 ' $p_i + p_j - p_{ij}$ '로 나눈 값이 '중복관계'의 크기가 되는 것이다.

본 연구에서 구축한 감성검색시스템의 서버 측 데이터베이스에는 위와 같은 방법으로 감성어 사이의 관련성을 계산한 퍼지 시소러스가 내장되어 있다. 보행자가 모바일 단말기를 이용하여 감성검색시스템의 서버에 접근하면 로그인 정보를 이용하여 개인별 퍼지 시소러스가 서버 측 데이터베이스에 자동적으로 생성된다. 감성검색시스템에는 검색결과에 대해 피드백되는 보행자의 만족도 평가를 이용하여 퍼지 시소러스를 자동적으로 갱신하는 학습기능을 내장하고 있다. 따라서 검색이 반복됨에 따라 퍼지 시소러스의 학습기능에 의해 보행자는 자신의 퍼지 시소러스를 지속적으로 갱신함으로써 점진적으로 개인의 감성에 일

치하는 내비게이션 정보를 탐색할 수 있게 되는 것이다. 본 연구에서는 이와 같이 보행자 자신의 감성에 맞는 정보를 탐색하기 위해 검색 시에 갱신되는 퍼지 시소러스를 ‘보행자 감성모델’로, 표준적인 집단의 평균 감성데이터를 이용하여 작성한 초기 퍼지 시소러스를 ‘표준 감성모델’로 정의하기로 한다.

2.3. 보행자 감성모델의 학습

퍼지 시소러스로 기술되어 있는 보행자 감성모델에서 감성어 사이의 상관관계는 목적지나 경로를 의미하는 이미지 화상에 등장하는 감성어의 출현빈도를 기초로 계산된다. 이 때문에 감성검색시스템으로부터 제공되는 검색결과가 보행자의 감각에 반드시 일치한다고 볼 수 없으며, 따라서 검색결과에 대해 보행자가 충분히 만족한다고 보기도 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 데이터베이스의 이용자인 보행자가 제공하는 피드백 정보로부터 감성어 사이의 관련성을 사용자의 감성에 일치시키는 기능을 감성검색시스템에 내장하도록 하였는데, 본 연구에서는 이 기능을 보행자 감성모델의 ‘학습’이라고 정의하였다.

보행자 감성모델의 학습에 있어서 사용자로부터의 피드백은 퍼지 시소러스에 대해서가 아니라 검색결과에 대해서 이루어진다. 이것은 다음과 같은 이유에서이다.

1) 사용자에게는 감성어 사이의 관련도로부터 계산되어진 검색결과에 대한 적합도만이 제시되기 때문에 사용자가 감성어 사이의 관련도를 직접 확인할 수는 없다. 따라서 사용자가 감성어 사이의 관련성을 평가하여 피드백한다는 것은 사실상 불가능하기 때문이다.

2) 감성어 사이의 관련도를 사용자가 알 수 있다고 하여도 감성어 수 자체가 많아질 가능성이 크기 때문에 사용자가 직접 감성어 사이의 관련도를 평가하여 피드백 하는 것은 사실상 불가능하다.

보행자 감성모델의 학습과정을 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 보행자는 검색결과로부터 제시되는 각 검색후보에 대한 적합도를 보고 자신의 감성과 일치하는지의 여부를 판단하여 사용자 인터페이스를 통해 피드백 한다. 본 연구에서의 감성검색시스템에서는 검색결과에 대한 적합도가 사용자 인터페이스를 통하여 피드백 정보로 제시되기 때문에 사용자는 검색결과 출력된 이미지 화상과 이에 대한 상세정보를 통해 출력 이미지 화상이 검색조건을 어느 정도 만족

하고 있는가를 판단할 수 있다. 사용자의 이러한 판단은 보행자 감성모델의 학습을 위한 피드백으로 정보로 활용된다.

예를 들어 임의의 감성어에 대한 검색 적합도가 ‘0.30’으로 제시된 이미지 화상에 대해 검색자가 자신의 감각보다 적합도가 낮다고 판단한 경우에는 ‘Up’으로, 적합도가 ‘0.75’인 또 다른 검색결과에 대하여 자신의 감각보다 지나치게 높다고 판단한 경우에는 ‘Down’으로 피드백 하였다고 가정한다.

검색시스템은 사용자의 피드백 정보로부터 퍼지 시소러스인 초기 보행자 감성모델을 학습한 후 모델을 갱신한다. 학습 후 동일한 검색조건으로 검색해 보면 학습 전의 검색에서 ‘Up’으로 판단한 검색후보의 적합도는 ‘0.3’에서 ‘0.50’으로 수정되어 검색순위가 상승하게 된다. 반대로 ‘Down’이라고 판단한 검색후보의 경우에는 적합도가 ‘0.75’에서 ‘0.60’로 변경되어 검색순위가 낮아지게 된다. 이와 같은 보행자의 감성모델의 학습과정은 다음과 같은 4단계로 구성된다.

Step 1: 검색결과에 대해 피드백

Step 2: 보행자 감성모델의 학습 및 갱신

Step 3: 재검색 및 결과의 피드백

Step 4: 검색자의 감성오차가 최소화되도록 반복

다음으로 사용자의 피드백으로부터 보행자 감성모델이 갱신되는 과정에 대하여 구체적으로 설명한다.

보행자 감성모델은 학습대상인 이미지 자극에 대한 검색 적합도와 사용자의 피드백 정보와의 차이를 최소화하도록 갱신된다. 즉, x 를 유저로부터의 피드백 값, s 를 검색결과에 대한 적합도라고 하면 둘 사이의 차는 다음 식으로 정의한다.

$$E(x, s) = \frac{1}{2}(x - s)^2 \quad (\text{식 1})$$

여기에서 피드백은 검색결과에 대한 적합도와 동일하게 $[0, 1]$ 의 범위를 취하며, 1은 유저의 판단이 적절, 0은 부적절에 해당한다. 이와 같이 x 를 실수로 한 것은 사용자가 이미지 화상을 검색조건에 대하여 적절한가를 판단할 경우 ‘적절’과 ‘부적절’과 같이 이치논리(Two-valued logic)로 판단하는 것은 곤란하기 때문이다.

학습은 검색을 반복할 때마다 학습대상인 이미지 화상의 검색 적합도와 피드백의 차이 $E(x, s_i)$ 를 최소화하도록 보행자 감성모델이 갱신된다. 즉 임의의 키워드 관련도 w_{mn} 은 다음과 같이 값이 변경된다.

$$W_{mn}^{new} \leftarrow g(W_{mn}^{old} + \lambda \Delta W_{mn}) \quad (식 2)$$

여기에서 λ 는 정의 실수의 학습계수인데 본 연구에서는 0.1을 적용하였다. 또한 $g(x)$ 는 변경한 값이 [0, 1]의 범위로 되기 위한 정규화 함수이다.

한편 유저의 피드백을 효율적으로 보행자 감성모델에 반영시키기 위해서는 불필요한 감성어 사이의 관련도의 변경은 피하고 최적의 변경량을 구하지 않으면 안 된다. 이를 위해 본 연구에서는 비선형 문제에 대한 최적화 방법의 일종인 방법인 최대 경사법(Steepest descent method)을 감성어 사이의 관련도의 변경량 계산을 위한 방법으로 채용하였다(Ogawa, 1991). 최대 경사법에서 변경량 ΔW_{mn} 은 다음과 같이 결정된다.

$$\Delta W_{mn} = - \frac{\partial E(x, s_i)}{\partial W_{mn}} = (x - s_i) \frac{\partial s_i}{\partial W_{mn}} \quad (식 3)$$

상기 식에서 $\partial s_i / \partial W_{mn}$ 은 다음과 같이 구하여진다.

$$\frac{\partial s_i}{\partial W_{mn}} = \sum_h \left\{ \frac{\partial S_h(d_i)}{\partial W_{mn}} \frac{1}{S_h(d_i)} \right\} \quad (식 4)$$

여기에서 $S_h(d_i)$ 는 h 번째의 검색조건에 대한 검색 결과의 적합도를 의미한다.

3. 보행자 감성모델의 평가

3.1. 실험개요

보행자 내비게이션 지원을 위한 감성검색시스템의 구축에 있어 보행자 감성모델의 학습방법이 커피숍이나 레스토랑 등과 같은 시각적 이미지 화상에 대해서도 유의미한 효과를 나타내고 있는가를 검증하기 위하여 보행자 감성모델의 타당성 평가실험을 실시하였다. 초기 감성검색을 위한 표준 감성모델은 레스토랑 등을 나타내는 상업공간의 이미지 화상 100개와 25개의 감성어를 이용하여 작성하였다. 표준 감성모델로서의 퍼지 시소러스는 25×25의 2차원 행렬로 기술되었다. 60명의 피험자를 대상으로 감성평가실험을 실시하였으며, 이 때 사용한 25개의 감성평가어휘들은 김돈한(2007)의 연구에서 자유연상기법에 의해 수집한 어휘들으로써 인지도와 사용빈도가 높은 것들이었다(표 1).

감성검색시스템의 클라이언트 모듈은 JAVA Script로 제작되었으며, 웹서버 모듈은 JSP로 제작되었다.

표 1. 상업공간 인테리어 감성어

Classic	Pretty	Noble	Fresh	Dynamic
Daring	Formal	Romantic	Modern	Bright
Warm	Chic	Simple	Wild	Elegant
Natural	Delight	Comfortable	Clean	Ethnic
Cozy	Hightech	Quiet	Gorgeous	Casual

웹서버는 Apache Tomcat 5.5를 이용하였고, 데이터베이스는 Microsoft Office Access 2007로 작성하였다. 보행자가 직접 조작하는 클라이언트용 단말기에서 웹서버에의 접근은 SK Telecom의 Nate를 통하여 이루어지도록 하였다. 그러나 본 연구에서는 당초의 실험목적이 보행자 감성모델의 학습효과에 따른 타당성 검증이었기 때문에 데이터 수집의 효율성을 기하기 위하여 실제의 실험은 데스크 탑 환경에서 제작한 에뮬레이터를 이용하여 실시하였다.

실험자극의 제시, 반응데이터의 수집은 실험용 에뮬레이터 상에서 자동적으로 수행되도록 하였다. 실험용 감성검색시스템은 제어부, 자극표시, 반응수집부, 자극화상 저장부로 구성되었다. 제어부에는 웹서버가 사용되었고, 윈도우상에서 실험제어 프로그램이 구동되도록 하였으며, 제어표시 및 반응수집부에는 모바일 폰 에뮬레이터가 이용되었다. 실험용 감성검색시스템은 지정된 인스트럭션, 자극제시, 반응수집, 휴식 및 종료의 지시를 수행하였다. 피험자가 마우스를 이용하여 검색결과에 대한 만족도를 평가한 모든 데이터는 데이터베이스 내의 보행자 학습이력 테이블에 자동적으로 기록되도록 하였다.

3.2. 피험자

실험에 참가한 피험자는 10명(남 5명, 여 5명)이었으며, 연령은 20~30대(Median: 24세)이었다. 1인당 평균 실험시간은 50분(Median: 43분)이었다. 모든 피험자는 디자인 및 예술계열의 전공자들로써 평소 새로운 정보기기에 대한 관심이 많고, 터치스크린 모바일 폰 등의 조작경험이 풍부하며, 레스토랑이나 커피숍 등을 이용함에 있어 분위기를 중시하는 사람들로 선정하였다.



그림 1. 실험용 이미지 자극(일부)

3.3. 실험자극

내비게이션 목적지 후보로서의 상업공간은 다수의 설계요소로 구성되어 있으며, 이들 기본요소가 시각적으로나 기능적인 측면에서 하나의 집합체로 구성되어 있다. 보행자는 이들 공간의 감성평가에 있어서 부분적 요소보다는 전체적 이미지로 판단하는 인지적 특징을 가지고 있다. 이와 같은 보행자의 인지적 특징을 고려하여 100개의 상업공간 이미지 화상을 실험대상으로 선정하였다. 모든 자극은 바닥, 벽, 천정을 포함하는 이미지 화상들로 제한하였다. 평가실험 시 100개의 실험자극은 검색결과 리스트를 나타내는 썸네일 이미지와 썸네일 이미지를 확대표시 하기 위한 상세 이미지 화면으로 구성하였다. 그림 1은 평가실험에 사용된 이미지 화상들의 일부를 나타낸 것이다.

3.4. 측정항목

보행자 감성모델의 타당성 검증을 위하여 재현율(Recall ratio), 적합율(Precision ratio), 만족도(Satisfaction level), 탐색순위(Retrieval ranking) 등 네 가지

지표를 사용하였다. 재현율과 적합율은 정보검색 분야에서 데이터베이스의 신뢰성 검증을 위해 일반적으로 사용되는 다음의 식을 적용하여 산출하였다(Salton G. & McGill, M. J., 1986).

$$R = \frac{\text{검색결과에 포함되는 정답 이미지 수}}{\text{정답 이미지 수}} \quad (\text{식 5})$$

$$P = \frac{\text{검색결과에 포함되는 정답 이미지 수}}{\text{검색결과 이미지 수}} \quad (\text{식 6})$$

여기에서 정답 이미지란 설정한 검색조건에 대해 실제로 검색되어야 할 이미지 화상을 의미한다. 재현율은 검색되어야 할 이미지 화상 가운데서 실제로 어느 정도 검색되었는가, 적합율은 검색되어진 이미지 화상 중에서 어느 정도가 검색되어야 할 이미지 화상이었는가를 의미한다. 그러나 재현율과 적합율은 크리스프(Crisp) 검색결과를 평가하는 지표이기 때문에 본 연구에서와 같은 퍼지 감성검색시스템의 검색결과에 그대로 적용할 수는 없다. 따라서 퍼지 검색결과인 α -cut으로 구하여지는 크리스프 이미지 화상 집합을 평가검증을 위한 검색결과로 해석하였다. 재현율과 적합율을 계산하기 위하여 필요한 정답집합은 감성평가실험에서 피험자가 응답한 반응데이터를 이용하여 사전에 구하여 놓았다. 또한 학습효과의 검증을 위해 학습 전과 학습 후의 만족도를 비교하였고, 각 감성어휘에 대한 검색결과들의 학습 전과 후의 순위변화의 추이를 비교분석하였다.

3.5. 실험절차

먼저 간단한 성명, 연령 등의 사용자 프로필을 입력하도록 한 후 실험참가자들에게 실험개요를 설명하였다. 다음으로 검색대상인 100개의 이미지 화상이 내비게이션을 위한 가상의 목적지임을 주지시켰다. 목적지 검색과제는 단일 감성어를 키워드로 설정하여 수행하도록 하였다. 검색되어진 목적지 후보들을 브라우징하면서 자신의 감각에서 가장 많이 벗어난 이미지 화상을 한 개씩 선정한 후 자신의 감각보다 적합도가 지나치게 높다고 생각되는 이미지 화상에는 ‘Down’을, 자신의 감각보다 지나치게 낮다고 생각되는 이미지 화상에는 ‘Up’ 버튼을 선택하도록 하였다.

검색실험은 보행자 감성모델에 대한 학습과정의 추이를 보기 위하여 모두 5회에 걸쳐 반복적으로 수행되었다. 마지막으로 5회 째의 실험 종료 후 검색결과

들에 대하여 학습 전과 비교한 주관적 만족도를 100 점 만점으로 평가하도록 하였다. 평가실험을 위한 감성어로는 ‘Classic’, ‘Modern’, ‘Romantic’, ‘Cool’의 네 가지를 사용하였으며, 검색실험은 단일 감성어에 대해 각각 개별적으로 이루어졌다.

4. 결과 및 고찰

4.1. 학습 전후의 재현율 및 적합율 비교

본 연구에서 구축한 감성검색시스템은 사용자가 검색 시 *a-cut* 수준을 스스로 설정하게 함으로써 검색결과 수를 유연하게 조정할 수 있도록 하고 있다. 따라서 검색결과로 구하여지는 퍼지집합은 *a-cut*에 따라 달라지며 재현율과 적합율도 함께 변화한다. 예를 들어 검색어를 ‘Modern’으로 설정했을 경우 *a* 값이 작을수록 재현율은 높아지지만 적합율은 반대로 낮아지는 경향을 보였다. 이것은 *a* 값이 작을수록 검색결과에 정확도가 낮은 이미지 화상들도 함께 포함될 가능성이 크기 때문이다. 결과적으로 보다 많은 정답 이미지 화상이 검색결과에 포함되어 재현율은 높아지지만, 정확도가 낮은 이미지 화상들도 다수 포함되기 때문에 적합율은 반대로 낮아지게 되는 것이다. 한편 *a* 값이 커지면 재현율은 저하하고 적합율은 상승하는 경향을 보였다. 이것은 *a* 값이 클 경우 정확도가 높은 이미지 화상들만이 검색결과에 포함되기 때문이다. 그 결과 검색결과에 포함되는 정답 이미지 화상의 수가 적어짐으로써 재현율은 낮아지나, 정확도가 높은 이미지 화상은 증가하고 부정확한 이미지 화상은 적어지기 때문에 적합율은 상승하게 되는 것이다. 따라서 검색조건에 따라 달라지는 재현율과 적합율을 계산하기 위해서는 적절한 상태의 *a* 값을 결정하는 방법이 필요하다. 본 연구에서는 보행자 감성모델인 퍼지 시소러스에 대한 학습효과의 검증이 목적이었으므로 *a* 값을 고정하지 않고 식 7을 이용하여 계산한 값을 적용하였다.

$$\alpha = \mu \times \frac{\text{전체검색결과에 대한 검색정확도의 합}}{\text{검색정확도가 0이 아닌 이미지화상수}} \quad (\text{식 7})$$

여기에서 μ 는 *a* 값을 계산하기 위한 계수로서 평가실험에서는 $\mu = 0.8$ 을 적용하였다. 위 식을 적용하여 *a-cut*을 Classic(0.2), Modern(0.2), Romantic(0.2), Cool(0.3)으로 설정하였다.

표 2. 학습 전후의 재현율의 비교(단위: %)

	Classic	Modern	Romantic	Cool	평균
키워드 검색	37.0	25.0	37.5	18.2	29.4
학습 전	59.3	58.3	50.0	60.7	57.1
학습 후	70.2	69.5	60.4	75.1	68.8

표 3. 학습 전후의 적합율의 비교(단위: %)

	Classic	Modern	Romantic	Cool	평균
키워드 검색	55.6	29.0	50.0	28.6	40.9
학습 전	66.7	54.8	55.6	57.1	57.1
학습 후	88.9	67.7	64.5	80.9	75.5

표 2는 네 가지 감성어에 대한 *a-cut* 을 검색조건으로 지정하여 검색했을 때의 재현율을 종래의 키워드 검색방법과 비교한 것이다. 평균적인 감성평가 데이터를 기초로 작성되어 있는 표준 보행자 감성모델을 이용한 초기검색에서는 Classic(59.3%), Modern(58.3%), Romantic(50%), Cool(60.7%)으로 나타났다. 감성어 ‘Cool’의 재현율이 가장 높은 것으로 나타났으며, 네 가지 감성어의 평균 재현율은 57.1%이었다. 그러나 종래의 크리스프 집합론에 기초한 키워드 검색방법을 적용하였을 때는 Classic(37%), Modern(25%), Romantic(37.5%), Cool(18.2%)으로 나타났으며, 평균 재현율은 29.4%이었다. 따라서 종래의 키워드 검색방법에 비하여 본 연구에서 적용한 퍼지 감성검색법을 이용하였을 때 재현율이 27.7%로 상승한 것을 알 수 있다. 또한 5회의 학습과정을 거친 후의 재현율은 Classic(70.2%), Modern(69.5%), Romantic(60.4%), Cool(75.1%)으로 나타났으며, 평균 재현율은 68.8%이었다. 따라서 퍼지 검색방법을 사용한 경우에 있어서도 보행자 감성모델의 학습을 통해 학습 후의 재현율이 11.7%로 상승한 것을 알 수 있다.

표 3은 식 7을 이용하여 구한 네 개의 감성어에 대한 *a-cut*을 적용하여 검색했을 때의 적합율을 종래의 키워드 검색방법, 학습 전의 퍼지검색, 학습 후의 퍼지검색 결과를 각각 비교한 것이다. 종래의 키워드 검색방법을 적용했을 때는 평균 적합율이 40.9%로 나타났으나 표준 보행자 감성모델을 이용한 초기 퍼지 검색방법에서는 57.1%로 나타났다. 그리고 5회 학습 후에는 75.5%로 적합율이 크게 상승하였다. 키워드 검색방법에 비해 학습 전인 표준 보행자 감성모델을 이용한 경우 적합율이 16.2%로 상승하였으며, 5회 학습을 실행한 후의 검색에서는 18.4% 상승한 것으로 나

타났다. 위와 같은 적합도의 변화로 볼 때 반복적인 검색실험이 진행되면서 퍼지 시소러스의 학습효과에 의해 보다 검색자의 감각에 일치하는 이미지 화상들이 많이 검색되었다는 것을 알 수 있다.

결과적으로 실험결과 재현율, 적합율이 학습이 진행됨과 동시에 모두 상승하였으며, 학습 전과 비교하여 학습 후의 검색결과에 정답 이미지 화상들이 상위 순위에 위치하고 있다는 것을 알 수 있었다.

이상과 같은 실험결과로 볼 때 보행자 내비게이션 지원을 위한 정보검색에 있어 보행자 감성모델인 퍼지 시소러스를 검색자의 감각에 일치시키기 위해 제안한 학습방법이 상업시설의 인테리어 이미지와 같은 시각적 자극의 검색에 있어서도 유효하다는 것을 알 수 있다.

4.2. 학습 전후 검색순위의 변화

전술한 바와 같이 본 연구에서 구축한 감성검색시스템에서는 검색결과가 퍼지집합으로 주어지기 때문에 집합의 원소들인 각 이미지 화상들에는 검색조건에 일치하는 정도를 나타내는 [0, 1] 범위의 수치가 적합도로 부여된다. 여기에서 적합도 '1.0'을 나타내는 이미지 화상들은 검색 키워드가 색인으로 등록되어 있는 것들이기 때문에 학습을 통한 퍼지 시소러스의 갱신 후에도 적합도는 변하지 않으므로 분석대상에서 제외하였다. 제외된 이미지 화상의 수는 Classic(10), Modern(9), Romantic(9), Cool(6)이었다.

표 4는 검색 키워드 'Modern'에 대해 학습단계마다

의 검색결과들에 대한 순위변화를 나타낸 것이다(피험자 B). 표에서와 같이 학습이 반복되면서 이미지들의 순위와 적합도가 변해가는 추이를 볼 수 있다. 'Modern'에 대한 만족도 또한 학습 전 40%에서 학습 후 80%로 대폭 상승된 것으로 나타났다.

이상과 같은 순위변화의 추이로 볼 때 각 이미지 화상들의 검색순위는 학습이 진행되면서 점진적인 조정과정을 거치면서 검색자의 감각에 맞게 수렴되어진 것으로 판단할 수 있다.

한편 표 5는 각 감성어에 대한 학습 전후의 순위변화의 평균을 나타낸 것이다(n=10). 'Classic'의 경우에는 5회의 학습을 실시한 후 평균 2.2개의 순위가 변화하였고 평균 순위 변화율은 27.5%로 나타났다.

'Modern'의 경우에는 학습 후 평균 7.3개의 순위가 변화하였고, 평균 순위 변화율은 60.8%이었다. 'Romantic'의 경우에는 학습 후 평균 6.5개의 순위가 변화하였고, 평균 순위변화율은 72.2%였다. 마지막으로 'Cool'에 대한 검색에서는 학습 후 평균 11.8개의 순위가 변화하였고, 평균 순위변화율은 78.7%이었다. 네 개의 감성어에 대한 평균 순위변화의 수와 변화율은 각각 7개, 59.8%이었다. 순위변화가 가장 적은 감성어는 Classic(2.2개, 27.5%)이었고, 가장 큰 감성어는 Cool(11.8개, 78.7%)로 나타났다. 전체 피험자의 학습에 따른 평균 순위변화율의 추이를 보아도 평가실험이 반복됨에 따라 보행자 감성모델인 퍼지 시소러스가 검색자의 감성에 일치되는 방향으로 갱신되었음을 알 수 있다.

따라서 표준 감성모델을 이용하여 피험자별로 생성

표 4. 학습 횟수에 따른 검색결과 순위의 변화추이(피험자=B, 검색어: Modern)

검색 순위	초기 검색		1회 차 학습		2회 차 학습		3회 차 학습		4회 차 학습		5회 차 학습	
	Sti.	적합도	Sti.	적합도	Sti.	적합도	Sti.	적합도	Sti.	적합도	Sti.	적합도
1	S-006	0.74	S-006	0.76								
2	S-039	0.62	S-039	0.62	S-039	0.62	S-039	0.62	S-039	0.62	S-039	0.62
3	S-002	0.6	S-002	0.6	S-086	0.57	S-086	0.57	S-086	0.57	S-086	0.57
4	S-086	0.54	S-086	0.57	S-002	0.53	S-024	0.48	S-002	0.52	S-024	0.48
5	S-022	0.48	S-022	0.48	S-024	0.48	S-002	0.45	S-024	0.48	S-002	0.44
6	S-024	0.48	S-024	0.48	S-022	0.42	S-003	0.42	S-082	0.44	S-003	0.42
7	S-082	0.44	S-082	0.44	S-003	0.42	S-022	0.37	S-022	0.42	S-082	0.39
8	S-003	0.42	S-003	0.42	S-082	0.38	S-015	0.37	S-003	0.42	S-015	0.37
9	S-007	0.36	S-015	0.37	S-015	0.37	S-082	0.32	S-064	0.37	S-022	0.36
10	S-064	0.36	S-007	0.36	S-007	0.32	S-071	0.32	S-015	0.37	S-064	0.33
11	S-015	0.33	S-064	0.36	S-064	0.32	S-007	0.28	S-007	0.34	S-071	0.32
12	S-071	0.32	S-071	0.32	S-071	0.32	S-064	0.28	S-071	0.32	S-007	0.3

표 5. 학습 전후의 평균 순위변화(n=10)

	Classic	Modern	Romantic	Cool	평균
갯수	2.2	7.3	6.5	11.8	7.0
변화율	27.5	60.8	72.2	78.7	59.8

표 6. 학습 전후의 만족도 비교(n=10, 단위: %)

피험자	Classic		Modern		Romantic		Cool	
	전	후	전	후	전	후	전	후
A	50	70	45	75	50	85	60	80
B	30	40	40	80	60	65	50	65
C	40	50	30	45	50	60	30	40
D	40	80	40	60	30	60	40	60
E	60	65	40	70	50	70	50	80
F	30	60	30	40	30	60	50	55
G	70	75	60	70	35	50	75	80
H	70	75	70	80	55	70	70	75
I	50	65	70	75	50	55	40	50
J	50	80	60	70	40	60	50	70
평균	47	64	48.5	66.5	45	63.5	51.5	65.5
표준편차	12.52	13.08	15.28	13.95	10.54	9.73	13.75	14.03

하는 보행자 감성모델의 구축방법이 검색자의 개인 대응형 감성모델 작성방법으로서 타당하다는 것을 확인할 수 있었다.

4.3. 학습 전후의 만족도 비교

5회에 걸친 보행자 감성모델의 학습결과에 대한 실험참가자의 만족도를 실험 전과 후로 비교하였다. 표 6은 ‘Classic, Modern, Romantic, Cool’의 네 가지 감성어에 대한 학습 전과 후의 만족도를 비교한 것이다. 먼저 감성어 ‘Classic’을 살펴보면 표준 감성모델을 이용한 학습 전의 검색에서는 10명의 피험자 평균 만족도가 47%로 나타났으나, 학습 후에는 64%로 상승하였다. 다음으로 ‘Modern’의 경우에는 학습 전 48.5%에서 학습 후 66.5%로 만족도가 상승하였으며, ‘Romantic’의 경우에는 학습 전 45%에서 학습 후 63.5%로 만족도가 각각 상승하였다. 마지막으로 ‘Cool’의 경우에는 학습 전 51.5%에서 학습 후 65.5%로 만족도가 상승하였다.

네 가지의 감성어에 대한 학습 전 평균 만족도는 48%이었으나 학습 후에는 65%로 상승한 것으로 나타나 평균 17%의 학습에 의한 만족도 상승효과가 있었

음을 알 수 있었다.

이상과 같은 네 가지 감성어에 대한 학습 전후의 만족도 비교로부터 보행자 감성모델의 학습방법이 개인의 감성을 획득하는 방법으로서 유효하다는 점을 확인하였다.

5. 결론

본 연구에서는 2차원 행렬로 기술되어 있는 퍼지 시소러스인 보행자 감성모델의 학습방법을 복잡한 문제의 최적화 방법의 일종인 최대 경사법에 기초하여 제안하였다. 제안한 보행자 감성모델이 상업시설의 인테리어 공간과 같은 시각적 감성유발자극을 대상으로 한 콘텐츠의 검색에 있어서도 유효한가를 검증하기 위하여 100개의 이미지 화상을 이용한 간이 데이터베이스를 구축하여 평가실험을 실시하였다. 5회의 검색실험에서 보행자 감성모델에 대한 학습결과 재현율, 적합율이 모두 상승한 것으로 나타났다. 특히 퍼지 시소러스인 보행자 감성모델을 검색과정에 이용함으로써 종래의 크리스프 집합론에 기초한 키워드 검색방식에서는 저조하였던 재현율이 29.4%에서 68.8%로 크게 상승한 것으로 나타나 보행자 감성모델의 이용에 대한 유효성을 확인할 수 있었다. 또한 학습에 따른 순위변화의 추이를 살펴본 결과 평가실험이 반복됨에 따라 피험자 개인별로 작성되는 보행자 감성모델이 점진적으로 검색자의 감각에 일치되어가는 과정을 확인할 수 있었다. 평균 만족도에 있어서도 학습 전 검색에서는 48%이었으나 5회 학습 후 검색에서는 65%로 나타나 평균 17%의 만족도 상승효과가 있음을 알 수 있었다.

결론적으로 본 연구에서 제안한 보행자 감성모델의 학습방법이 상업공간의 인테리어와 같은 시각적 이미지 화상에 대하여도 동일한 학습효과를 보였다는 점을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

(1) 본 연구에서 제안한 보행자 감성모델의 학습방법은 집단의 감성데이터를 기초로 구축한 표준 감성모델로부터 개인감성의 추출과 활용에 유효하다는 점을 확인하였다.

(2) 감성평가데이터를 기초로 구축한 표준 감성모델은 감성적 특징과 시각적 특징량 사이의 상관관계 모델로 구성되어 감성 콘텐츠의 개발에 있어 사용자

감성모델 구축을 위한 지식베이스로 활용될 수 있다.

(3) 감성이 증시되는 내비게이션에 있어 보행자가 이동환경에 대한 적절한 지식이 부족할 경우에도 본 연구에서 제안한 보행자 감성모델을 이용함으로써 내비게이션의 부조화를 조기에 극복할 수 있다.

마지막으로 본 연구에서 제안한 보행자 감성모델을 발전시키기 위하여 해결해야할 과제에 대하여 기술한다. 먼저, 쇼핑이나 점포정보 등과 같이 대규모의 데이터를 이용하여 감성검색시스템을 구축할 경우에는 표준 감성모델의 작성에 필요한 감성평가데이터의 수집이 물리적으로 불가능하다. 따라서 표준 감성모델을 자동적으로 구축하기 위한 방법의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 이를 위해 후속연구로서 색채의 물리적 특징량을 자동적으로 추출하는 프로그램을 개발하고, 이를 이용하여 표준 감성모델을 구축하는 방법에 대해 검토하고 있다. 다음으로 보행자 개인의 감성은 내비게이션 상황이나 물리적 환경조건에 변화하는 상황의존성을 지니고 있다. 따라서 정보검색 시 보행자의 감성적 판단을 결정짓는 내적, 외적요인과 검색결과에 대한 피드백 정보 사이의 인과관계를 시계열적으로 분석하여 보행자 감성을 추정할 수 있는 예측모델의 개발에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- 김돈한 (2006). 보행자의 감성을 고려한 경로탐색 지원 시스템 제안. *디자인학연구*, 19(2), 81-90.
- 김돈한 (2007). 정보기기 디자인에 있어서 사용자의 감성을 고려한 콘텐츠 개발방법, *디자인학연구*, 20(3), 203-214.
- Akao, T., Daimon, T. & Kawashima H. (2004). Comparative study on Information contents of Route Guidance for Pedestrians, *Sumposium on Mobile Interaction and Navigation(Japan)*, 83-88.
- Akasaka, Y. & Onisawa, T. (2006). Pedestrian Navigation Reflecting Individual Preference for Route Selection, *Soft(Japan)*, 18(6), 90-100.
- Hukui, R. (2003). A Proposal and Evaluation Related to Display Method of Pedestrian Navigation Information Using Cellular Phone, *Information Processing(Japan)*, 44(12), 2968-2978.
- Kim, D. H. & Kitajima, M. (2007). A Proposal a Personal Navigation Support System considering Pedestrians' Preference, *Bulletin of JSSD(Japan)*, 54(1), 41-48.
- Konishi S., Nonaka H., & Kurihara M. (2008). Extraction and Application of Human Individulity in Colors Based on Hierarchy of Kansei Words, *Soft (Japan)*, 20(1), 141-149.
- Maruyama, A. (2004). P-Tour: A Personal Navigation System with Travel Schedule Planning and Route Guidance based on Schedule, *Information Processing (Japan)*, 45(12), 2678-2687.
- Miyakawa, A., Sugita, K., & Shibata, Y. (2004). Kansei Information Processing for Digital Traditional Crafting Presentation System, *Information Processing (Japan)*, 45(2), 526-539.
- Ogawa, Y., Morita, T., & Kobayashi, K. (1991). A Fuzzy document retrieval system using the keyword connection matrix and its learning method. *Fuzzy Sets and System*, 38, 17-41.
- Salton G. & McGill, M. J. (1986). *Introduction to Modern Information Retrieval*. MsGrae-Hill.
- Shibata, F. (2002). A Method for Inferring Destinations based on User's Situation for Indoor pedestrian navigation System, *Information Processing (Japan)*, 43(12), 3809-3817.

원고접수 : 10.02.09

수정접수 : 10.02.22

게재확정 : 10.03.16