

# 보행자의 감성을 고려한 경로탐색 지원시스템 제안

Route Retrieval Support System by Using of Pedestrians' Preference Data

주저자 : 김돈한 (Kim, Don-Han)

울산대학교 디지털정보디자인학과

“이 논문은 2003년 울산대학교 연구비에 의하여 연구되었음”

## 1. 서 론

### 2. 경로선택과 네비게이션 만족도

- 2-1 보행자 네비게이션의 특징
- 2-2 네비게이션 만족도에 영향을 미치는 정보

### 3. 보행자의 감성을 고려한 경로 탐색

- 3-1 경로와 감성표현용어의 퍼지 관계
- 3-2 감성표현용어 사이의 퍼지 관련도 계산
- 3-3 감성평가 데이터의 수집
- 3-4 보행자의 감성을 고려한 경로탐색과정

### 4. 경로탐색 지원시스템

- 4-1 지원시스템의 개요
- 4-2 지원시스템의 인터페이스 환경
- 4-3 경로탐색부
- 4-4 네비게이션 정보 관리부

## 5. 결 론

## 참고문헌

## (要約)

보행자는 목적지로 이동하면서 도로의 경관이나 주변건물의 외관으로부터 다양한 인상을 받으며, 따라서 목적지가 동일한 경우에 있어서도 자신의 감성적 선호에 맞는 경로를 이동한 경우와 그렇지 않은 경우에 있어서의 네비게이션 만족도는 크게 달라진다.

본 논문에서는 이와 같이 보행자의 경로선택이 네비게이션 만족도에 미치는 영향에 주목하여 보행자가 자신의 감성에 맞는 경로를 탐색하는 방법을 검토하고, 이를 적용한 네비게이션 지원시스템의 구성요건을 PDA 단말기의 인터페이스 환경을 고려하여 제안하였다.

지원시스템은 보행자로부터 경로탐색요구가 주어졌을 때 목적지에 대한 정보와 보행자 자신의 경로에 대한 감성적 선호도를 고려하여 경로후보를 탐색하고 보행자-지원시스템 사이의 인터랙션을 통하여 최적경로를 결정해가는 과정을 지원한다. 경로탐색은 경로의 감성평가에 사용된 감성표현용어 사이의 관계를 퍼지론적으로 정식화 한 키워드 결합행렬에 의하여 이루어진다.

본 논문에서 제시한 지원시스템의 시뮬레이션을 통해 보행자의 감성적 선호에 따라 서로 다른 경로의 탐색이 가능하게 됨으로써 네비게이션 지원을 위한 효율적인 정보제공 수단으로서의 활용 가능성을 확인하였다.

## (Abstract)

Pedestrians perceive differently from the sideway views or the exteriors of the buildings on the way to their destinations. Therefore, the navigation experience can become much different when the path was chosen based on the individual's preference from it is not.

By focusing on the effects of the individual pedestrian's path choice on their navigation, this paper presents an algorithm designed for pedestrians to be able to explore their preferred path and proposes a prototype of navigation system based on the algorithm.

The navigation support system searches for the best path upon their individual preferences and information of the destination. The system provides the process of retrieving the final path via the pedestrian-support system interaction. The path retrieval is performed with the combinational matrix of keywords that are formulates Fuzzy theory from the correlations between the terms describing preferences used in the path preference survey.

This paper presents the potentials of the path finding method tailored to pedestrians' preferences by a simulation of the proposed path retrieval algorithm.

## (Keyword)

Pedestrian Navigation System, Route Retrieve, Image expression Words

## 1. 서론

최근 이동통신기술의 발달과 함께 모바일 유저를 대상으로 한 콘텐츠의 서비스가 주목을 받고 있다. 특히 GPS (Global Positioning System) 수신 장치로부터 취득한 위치 데이터를 이용하여 길 안내나 주변정보 등을 보행자에게 제공하는 네비게이션(Navigation) 시스템이 개발되고 있으며, 이미 실용화 단계에 접어들은 경우도 있다<sup>1)2)</sup>.

한편, 어떤 장소에서 다른 장소로 이동하는 행위, 즉 네비게이션은 인간의 생활 가운데서 극히 일상적으로 일어나고 있는 현상이다. 이러한 인간의 네비게이션은 목적지에 도달하기 위한 과제(Task) 수행과정임과 동시에 목적지나 의도를 실현하기 위한 문제해결 프로세스이기도 하다. 보행자는 네비게이션 과정에서 끊임없이 변화하는 외부환경과 상호작용하면서 네비게이션 목적이 최종적으로 달성될 때까지 이동을 반복한다. 보행자는 이동하면서 주변건물의 외관이나 도로상태 등의 경관으로부터 다양한 인상을 느끼고 있으며, 따라서 동일한 목적지에 도달하여도 자신의 감성적 선호에 맞는 경로를 이동한 경우와 그렇지 않은 경우에 있어 네비게이션에 대한 만족도는 크게 달라진다.

그러나 현재까지 상용화 되어 있는 기존의 네비게이션 시스템들에서는 보행자의 감성적 선호도를 반영한 경로의 선택지원 등은 고려되어 있지 않다. 목적지에서의 도달 의의 요소, 예를 들어 거리의 경관이나 분위기 등을 즐기거나 하는 요소를 고려할 수 있다면 보다 감성적으로 만족감 높은 네비게이션의 실현이 가능할 것으로 예상된다.

이와 같은 상황을 배경으로, 본 연구에서는 경로이동에 있어 보행자의 감성적 요구를 반영한 네비게이션 지원시스템을 제안한다. 지원시스템은 보행자로부터 경로탐색요구가 주어졌을 때 목적지에 대한 정보와 보행자 자신이 지니고 있는 경로에 대한 감성적 선호도를 고려하여 경로를 탐색하고 사용자-시스템 사이의 인터랙션을 통하여 최종 목적지로 이동하는 과정을 지원한다.

본 논문에서는 경로의 선택 시 보행자가 느끼는 감성정보에 주목하여, 1)보행자의 주관적 감성정보가 네비게이션 과정에 어떠한 영향을 미치고 있는가, 2)보행자의 주관적 감성정보를 경로탐색에 어떠한 형식으로 반영시킬 수 있는가에 대해 검토하는 것을 일차적인 연구목적으로 한다. 그리고 1)과 2)의 고찰을 통하여 도출된 결과를 토대로 네비게이션 지원을 위한 시스템의 기능요건을 검토하고, 마지막으로 휴대용 정보기기로서의 조작성을 고려한 사용자 인터페이스의 구성요건의 검토를 연구의 최종목적으로 한다.

먼저 2장에서 인간의 네비게이션 과정의 특징을 추출하고, 경로의 이미지가 네비게이션에 미치는 영향의 고찰을 통해 지원시스템의 성격을 명확히 한다.

다음으로 3장에서 보행자의 주관적 감성을 반영한 경로 탐색방법에 대해서 설명하고, 4장에서 보행자 네비게이션 시스템의 주요기능과 사용자 인터페이스의 요건을 제시한다. 마지막으로 5장에서 본 논문의 결과를 정리한다.

## 2. 경로선택과 네비게이션 만족도

2장에서는 일상적으로 수행되고 있는 네비게이션 과정에 있어서의 인간의 인지적 활동을 각 단계별로 고찰하여 보행자의 주관적 감성정보가 이동 프로세스의 어떤 국면과 직접적으로 연관되어 있는가를 살펴본다. 또한 네비게이션 과정에 있어서 외부세계와의 인터랙션에 이용되는 정보의 종류와 특징을 추출하고 이 정보가 네비게이션에 미치는 영향에 대해 명확히 한다.

### 2.1. 보행자 네비게이션의 특징

Hutchins<sup>3)</sup>는 인간의 네비게이션을 다양한 질문에 연속적으로 답하는 프로세스로 보았으며, 그 중심에는 '자신은 지금 어디에 있는가, 그리고 어디로 향해야 하는가'라는 질문이 존재하고 있다고 하였다.

인간의 네비게이션 활동을 이와 같이 '문제를 해결해가는 프로세스'라는 관점에서 보면 그림 1과 같은 모델로 표현할 수 있다. 이 모델은 인간의 네비게이션 가운데서 반복적으로 일어나는 인지행동과정을 휴먼-컴퓨터 인터랙션(HCI)의 일반적 범주인 D. A. Norman의 Action Cycle Model<sup>4)</sup>에 기초하여 모델화 한 것이다.

먼저, 목표설정 단계에서는, 실현하고자 하는 목표나 의도를 생성한다. 일반적으로 네비게이션의 목적은 쇼핑, 견학, 여행, 식사 등 다양하게 존재하며, 보행자는 자신의 주어진 상황을 고려하여 달성하고자 하는 목표를 설정한다.

이어지는 목적지 설정단계에서는 목표를 구체적으로 달성하기 위해 목적지를 탐색한다. 여기에서는 처음부터 특정의 장소를 지정하는 경우도 있으며, 의도하는 목적은 존재하나 목적지가 구체적이지 않는 불확실한 상황 등도 고려하여 목적지를 탐색한다.

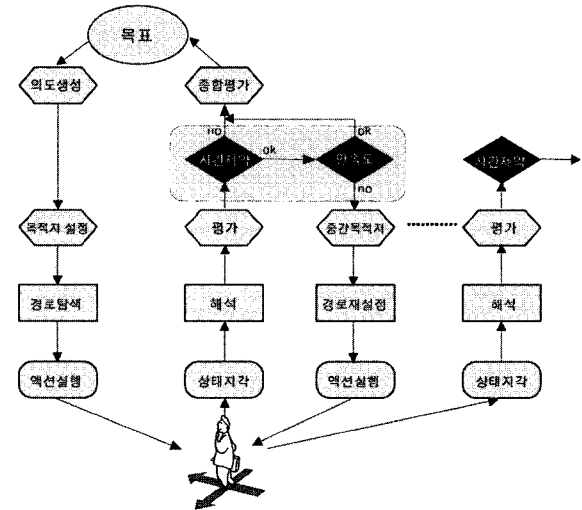


그림 1 보행자 네비게이션 모델

3)E. Hutchins, Cognition in the wild, MIT Press, 1995

4)D. A. Norman, User centered system design, Lawrence erlbaum publishers,1986, pp31-61

1)<http://k-ways.magicn.com/intro.asp?&SSO=f&SSO=f>

2)[http://www.jp.sonymstyle.com/Nws/Software\\_d/!Pda/Leplan/index.html](http://www.jp.sonymstyle.com/Nws/Software_d/!Pda/Leplan/index.html)

다음의 경로의 구체화 단계에서는 정해진 목적지로 올바르게 이동하기 위한 경로를 탐색한다. 여기에서 선택되어진 보행자의 경로는 특정 목적지에 대한 단일경로와 불확실한 목적지에 대한 복수경로의 두 가지 경우가 있다. 그리고 다음 단계로 경로정보에 기초하여 실제의 물리공간을 이동하는 행동을 수행한다. 이 단계에서 보행자는 시시각각 변화하는 외부상태와 내부표상을 대응시키면서 목표물을 향해서 탐색적으로 이동한다.

마지막으로 보행자는 네비게이션의 실행상태를 지각하고, 지각된 상태 즉, 이동한 거리와 방향이 올바른가를 해석한 후 목표와 비교하여 네비게이션 달성여부를 평가한다. 보행자는 이동지점이 네비게이션 목표로서 달성되었으면 이동 프로세스를 종료한다.

그러나 대체로 목적지에 도달하기까지의 경로는 복수의 중간경로로 구성되어 있으며, 특히 질적인 만족도가 요구되는 네비게이션의 경우에 있어서는 최종목적지까지의 경과시간보다 중간경로에 대한 보행자의 감성적 만족도가 네비게이션의 평가를 결정짓는 요인이 된다. 따라서 보행자는 시간 제약과 중간경로에 대한 만족도 평가결과에 따라 이동프로세스를 조기에 종료하거나 반복적으로 수행하게 된다.

## 2.2. 네비게이션 만족도에 영향을 미치는 정보

일반적으로 보행자는 이동 중에 방향을 전환해야하는 교차점을 일시적인 중간목적지로 설정하고, 이 중간목적지에 도달한 후 다시 다음 중간목적지를 설정한다. 이와 같이 중간목적지 설정 → 교차점 도달 → 중간목적지 재설정까지의 연속되는 과정은 최종목적지까지의 경과시간과 통과한 중간경로에 대한 만족도 및 남은 중간경로에 대한 주관적 선호도에 따라 종료 혹은 반복된다.

본 논문에서는 그림 2와 같이 중간목적지와 다음 중간목적지를 연결하는 패스(Path)를 경로로 정의한다. 또한 교차점을 중심으로 10미터 이내의 지점을 노드(Node)로 정의한다. 전술한 바와 같이 보행자가 최종목적지에 도달하기까지의 경로는 적어도  $N > 1$  개 이상의 중간경로로 구성된다.

한편 보행자의 경로에 대한 주관적 감성은 네비게이션 과정에서 외부세계의 인식을 위해 이용하는 외부환경정보의 체형 및 이에 대한 평가로부터 형성된다. 보행자가 이동할 때 외부세계를 인식하기 위한 이러한 정보를 N. Shingaki<sup>5)</sup>는 다음과 같이 제시하고 있다.

- (1) 이동지원정보: 네비게이션 지원을 위해 만들어진 정보로서 지도나 표식 등이 포함된다.
- (2) 환경정보: 네비게이션이 수행되는 물리적 공간인 환경 자체가 포함하고 있는 정보로서 랜드마크, 도로나 마을의 형상, 사람이나 자동차의 흐름 등이 포함된다.
- (3) 타자 정보: 타자가 부여하는 정보로서 통행인에게 길을 안내 받는 행위 등이 포함된다.

여기에서 경로에 있어서 보행자의 감성을 직접적으로 유발시키는 정보로는 환경정보로서 각 패스 및 노드 상에 존

5) N. Shingaki, When you ask for a route: The role of other people as external resources in navigation, *Cognitive Studies*, Vol.5, No.3, 1998, pp49-58

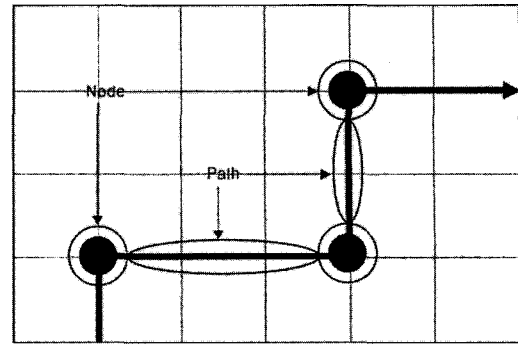


그림 2 경로의 개념

재하는 도로, 랜드마크, 사람이나 자동차의 흐름 등이다.

따라서 보행자의 경로에 대한 감성적 선호를 반영하여 네비게이션을 지원하기 위해서는,

- (1) 외부 환경요소에 대한 감성정보의 계층법,
  - (2) 보행자의 주관적 감성과 경로와의 대응관계의 표현방법,
  - (3) 감성적 선호태도를 고려한 경로탐색 알고리즘,
  - (4) 사용자 인터페이스의 개발,
- 등이 지원시스템의 핵심적인 내용으로 된다.

## 3. 보행자의 감성을 고려한 경로탐색

본 논문에서 제안하는 네비게이션 지원시스템의 목적은 보행자로부터 네비게이션 요구가 주어졌을 때, 보행자의 감성적 선호에 적합한 경로를 탐색하여 유효한 정보로서 제공하는 데에 있다. 이를 통해 네비게이션 과정에서 발생하는 불확실성의 해소가 가능하게 되어 결과적으로 네비게이션의 질적 만족도를 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

3장에서 네비게이션을 위한 경로선택에 있어 보행자의 감성적 선호도를 반영한 경로후보의 탐색방법을 설명한다. 본 논문에서는 보행자의 감성을 표현하는 경로의 속성정보를 감성표현용어로 정의한다.

먼저 복수의 감성표현용어 사이의 관련성을 기술하는 방법에 대해 설명한다. 다음으로 경로에 대한 감성평가 데이터베이스를 구축하기 위한 데이터 수집방법에 대해 설명한다. 마지막으로 경로탐색 알고리즘에 대해 설명한다.

### 3.1. 경로와 감성표현용어의 퍼지 관계

본 논문에서 제안하는 네비게이션 지원시스템에서는 보행자의 감성적 요구를 만족시키는 복수의 경로를 탐색하여 네비게이션 지원정보로 제공한다. 여기에서는 이러한 경로와 그 경로의 이미지를 평가하는 감성표현용어 사이의 퍼지적인 대응관계를 기술하는 방법에 대해 설명한다.

일반적인 문서검색시스템에서는 문서의 색인어로서 적절한 키워드를 설정하고, 검색 시에는 그 키워드를 검색어로 지정하여 색인어와 검색어 사이에서 일치하는 문서를 검색 결과로 구한다. 따라서 문서에 대한 색인은 크리스프(Crisp) 관계로 주어진다.

크리스프 색인어란 예를 들어 '변화한'이라는 키워드가 색인어로 등록되어 있는 경로가 있다고 가정할 경우, 검색 키

워드 '변화한'을 지정하면 '변화한'을 색인으로 가지고 있는 문서(경로)에 한해 검색되는 색인을 의미한다. 그러나 현실적으로는 검색조건에 부분적으로 일치하는 문서도 존재할 수 있으며, 특히 본 논문에서와 같이 검색대상과 검색어 자체에 다수의 애매함이 내포되어 있을 경우, 상기의 크리스프 색인을 이용한 검색방법으로는 목적으로 하는 검색결과를 기대할 수 없다.

이러한 점을 고려하여, 본 논문에서는 퍼지(Fuzzy)색인을 기초로 한 경로 탐색방법을 제안한다. 이 검색방법을 이용하면 경로에 대한 검색결과가 퍼지 집합으로 구해지기 때문에 각 경로가 검색 키워드에 일치하는 정도를 구할 수 있다. 보행자는 이 적합도의 그레이드를 조절함으로써 네비게이션에 필요한 경로 수를 효율적으로 조절할 수 있다.

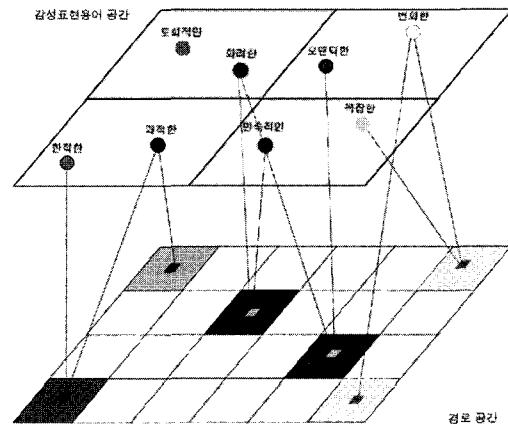


그림 3 경로와 감성표현용어 사이의 대응관계

### 3.2. 감성표현용어 사이의 퍼지 관련도 계산

검색조건에 부분적으로 일치하는 경로후보를 함께 검색하기 위해서는 먼저 검색키워드인 감성표현용어 상호간의 관계를 표현하는 키워드 결합행렬을 작성할 필요가 있다. 이 키워드 결합행렬을 이용하여 검색을 실행하면 경로에 대한 검색결과가 '0, 1'의 범위 내의 퍼지 집합으로 주어지기 때문에 결과적으로 보행자의 감성적 선호도를 경로탐색에 반영시킬 수 있게 된다.

일반적으로 '임의의 두 개의 감성표현용어가 동일한 자극 내에 동시에 존재하는 빈도가 높을수록 이들 감성표현용어 상호간에는 관련성이 깊다'는 것이 경험적 사실로 알려져 있다. 감성표현용어 상호간의 키워드 결합행렬은 이러한 사고를 기초로 작성되며, 식 1은 감성표현용어 상호간의 관련도  $w_{ij}$ 를 산출하는 식이다.<sup>6)</sup>

$$w_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_i + N_j - N_{ij}} \quad (\text{식 1})$$

여기에서  $N_i$ ,  $N_j$ 는 감성표현용어  $K_i$ ,  $K_j$ 를 포함하고 있는 경로의 수를 의미하며,  $N_{ij}$ 는 감성표현용어  $K_i$ ,  $K_j$ 를 동시에 포함하고 있는 경로의 수를 의미한다.

본 논문에서는 크리스프 관계로 기술된 색인을 키워드 결합행렬을 이용하여 퍼지화 함으로써 검색결과에 보행자의 감성적 선호도가 반영될 수 있도록 하였으며, 그림 3은 이러한 경로와 감성표현용어 사이의 대응관계를 나타낸 것이다.

### 3.3. 감성평가 데이터의 수집

키워드 결합행렬의 작성에 필요한 초기 감성평가 데이터는 다음과 같은 과정을 통해서 수집되었다. 먼저 출발지와 목적지를 연결하는 합계 25개의 경로를 가상의 2차원 공간 상에 구성하여 피험자의 네비게이션 행동을 시뮬레이션 하였다. 실험은 네비게이션 대상인 복수의 경로 상에 존재하는 도로나 랜드마크가 포함된 사진을 자극으로 하고, 경로의 감성평가는 복수의 감성표현용어를 이용하여 실시되었다.

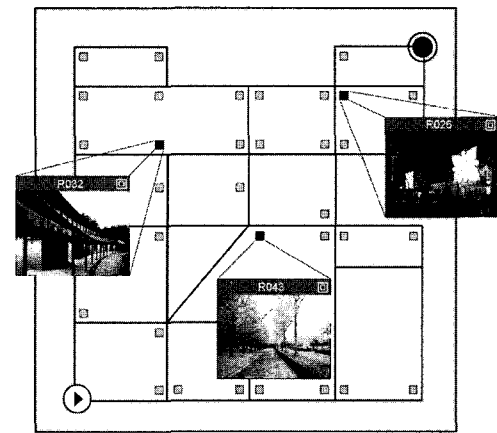


그림 4 감성평가 실험용 경로구성

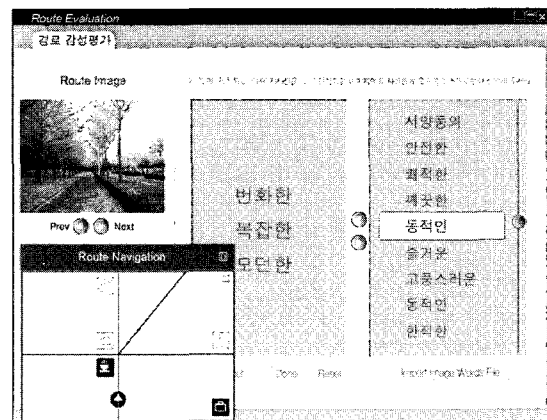


그림 5 경로 감성평가 실험용 인터페이스 화면

실험방법은 각 경로를 구성하는 그래픽 이미지들을 피험자에게 무작위로 제시하여 해당 경로의 이미지를 나타내는 감성표현용어를 단수 혹은 복수 선정하는 방법으로 실시되었다. 피험자가 각 중간경로를 통과할 때 마다 도로와 랜드마크가 포함된 이미지 사진이 함께 제시되도록 하였다. 보행자는 제시되는 각 이미지 화상들로부터 자신이 느끼는 감성적 반응을 평가함으로써 간접적으로 각 경로에 대한 감성평가

6) 日本ファジィ學會, ファジィデータベースと情報検索, 日刊工業新聞社, pp153-183, 1993

표 1 경로후보와 감성표현용어 사이의 색인관계

|          | $k_1$ | $k_2$ | $k_3$ | $k_4$ | $k_5$ | $k_6$ | $k_7$ | $k_8$ | $k_9$ | $k_{10}$ |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| $R_1$    | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0        |
| $R_2$    | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 1     | 1        |
| $R_3$    | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1        |
| $R_4$    | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0        |
| $R_5$    | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0        |
| $R_6$    | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0        |
| $R_7$    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1        |
| $R_8$    | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0        |
| $R_9$    | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1        |
| $R_{10}$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1     | 1        |
| $R_{11}$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0        |
| $R_{12}$ | 1     | 1     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 1        |
| $R_{13}$ | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0        |
| $R_{14}$ | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0        |
| $R_{15}$ | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0        |

표 2 감성표현용어 퍼지 관련도 결합행렬

|          | $k_1$ | $k_2$ | $k_3$ | $k_4$ | $k_5$ | $k_6$ | $k_7$ | $k_8$ | $k_9$ | $k_{10}$ |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| $k_1$    | 1.00  | 0.50  | 0.11  | 0.00  | 0.25  | 0.38  | 0.38  | 0.08  | 0.12  | 0.11     |
| $k_2$    | 0.50  | 1.00  | 0.20  | 0.09  | 0.09  | 0.30  | 0.30  | 0.25  | 0.10  | 0.30     |
| $k_3$    | 0.11  | 0.20  | 1.00  | 0.57  | 0.11  | 0.10  | 0.00  | 0.44  | 0.13  | 0.10     |
| $k_4$    | 0.00  | 0.09  | 0.57  | 1.00  | 0.10  | 0.00  | 0.00  | 0.75  | 0.10  | 0.20     |
| $k_5$    | 0.25  | 0.09  | 0.11  | 0.10  | 1.00  | 0.38  | 0.38  | 0.08  | 0.29  | 0.22     |
| $k_6$    | 0.38  | 0.30  | 0.10  | 0.00  | 0.38  | 1.00  | 0.33  | 0.00  | 0.43  | 0.20     |
| $k_7$    | 0.38  | 0.30  | 0.00  | 0.00  | 0.38  | 0.33  | 1.00  | 0.17  | 0.11  | 0.33     |
| $k_8$    | 0.08  | 0.25  | 0.44  | 0.75  | 0.08  | 0.00  | 0.17  | 1.00  | 0.09  | 0.27     |
| $k_9$    | 0.12  | 0.10  | 0.13  | 0.10  | 0.29  | 0.43  | 0.11  | 0.09  | 1.00  | 0.33     |
| $k_{10}$ | 0.11  | 0.30  | 0.10  | 0.20  | 0.22  | 0.20  | 0.33  | 0.27  | 0.33  | 1.00     |

가 이루어지도록 하였다. 실험 중 보행자에게는 그림 5와 같은 인터페이스를 제공하여 보행자가 사전에 이동환경 전체의 모습을 파악할 수 없도록 하였다. 실험에 참가한 피험자는 대학생 4명 및 일반인 4명 합계 8명이었으며, 실험에 사용된 감성표현용어는 아래와 같은 합계 10 항목이었다.

' $k_1$ :깨끗한,  $k_2$ :쾌적한,  $k_3$ :변화한,  $k_4$ :복잡한,  $k_5$ :안전한,  $k_6$ :동적인,  $k_7$ :즐거움,  $k_8$ :모던한,  $k_9$ :고풍스러운,  $k_{10}$ :한적함'

이상과 같은 과정을 통해 수집한 감성평가 데이터를 이용하여 키워드 결합행렬을 구성하는 감성표현용어 사이의 관련도  $w_{ij}$ 를 산출하였다.

표 1은 감성평가실험을 통해 수집한 반응데이터를 이용하여 작성한 크리스프 색인이다. 여기에서 각 경로후보( $R_i$ )에 색인관계가 존재하는 감성표현용어( $k_j$ )에는 1, 존재하지 않는 감성표현용어는 0으로 정규화 되어 표기되어 있다. 표 1의 행(Row)은 각 경로후보에 부여되어 있는 경로후보의 집합  $\phi$

( $r$ )을, 열(Column)은 감성표현용어가 부여하는 감성표현용어 집합  $\phi(k)$ 을 나타낸다. 표 1의 피험자 데이터를 식 1의 방법을 적용하여 감성표현용어 상호간의 퍼지 관련도 결합행렬을 산출하면 표 2와 같다.

### 3.4.보행자의 감성을 고려한 경로탐색과정

경로후보에 대한 검색정확도는 감성표현용어 사이의 퍼지 관련도 결합행렬인 퍼지 시소러스를 이용하여 생성된다. 전술한 바와 같이 본 논문에서는 각 경로의 이미지를 크리스프 관계로 간주하여 색인을 작성하고 있으나 감성표현용어 상호 간의 퍼지 관련도가 계산되기 때문에 결과적으로 퍼지 색인이 얻어진다.

따라서 일반적인 문서검색과 같이 검색결과가 크리스프 집합이 아닌 퍼지 집합으로 주어진다. 즉, 검색결과로서 퍼지 집합에 속하는 각 경로후보들에게는 검색 정확도를 나타내는 '0, 1'의 범위 내의 수치(퍼지 그래이드)가 각각 주어진다. 0은 경로후보가 검색조건을 전혀 만족하고 있지 않는 상태를 나타내고, 1은 경로후보가 검색조건을 완전히 만족하고 있는 상태를 나타낸다.

본 논문에서의 퍼지 검색은 검색대상 집합  $R$ , 키워드 집합  $K$ , 퍼지색인  $f$ 로 구성된다. 먼저 검색 키워드에 퍼지 집합과 검색대상에 대한 퍼지 집합을 구한다. 여기에서는 색인관계가 가장 강한 경우를 1, 없는 경우를 0으로 간주한다. 검색대상 집합과 키워드 집합 사이의 퍼지 관계는 아래와 같이 나타낸다.

$$F : R \times K \rightarrow [0, 1] \quad (\text{식2})$$

그리고 임의의 검색대상인 경로  $r$ 에 주어지는 감성표현용어의 퍼지 집합은 다음과 같이 표현된다.

$$\Phi(r) = \sum_{k \in K} F(r, k)/k \quad (\text{식3})$$

또한, 그 반대인 임의의 감성표현용어  $k$ 가 부여하는 경로의 퍼지 집합은 다음과 같이 표현된다.

$$\Psi(k) = \sum_{r \in D} F(r, k)/r \quad (\text{식4})$$

다음으로 크리스프 색인에서 퍼지 색인을 생성하는 방법을 설명한다. 먼저 임의의 경로  $r_i$ 는 처음부터 색인관계가 부여되는 감성표현용어의 집합  $\phi(r_i)$ 을 가지고 있다. 또한 각 감성표현용어에는 감성표현용어 결합행렬에 따라 주어진 감성표현용어의 퍼지 집합  $v_i, v_m, v_n$ 이 있다. 이 퍼지 집합을 이용하여 경로와 감성표현용어와의 관계를 색인관계가 직접적으로 존재하는 것에서 간접적으로 존재하는 것까지 확장할 수 있다. 즉,  $r_i$ 와 직접 색인관계가 없는 감성표현용어  $k_j$ 에도  $W_{mj}, W_{rj}$ 를 매개하여 색인 관계가 형성된다.

감성표현용어 결합 행렬에 의한 감성표현용어 사이는 퍼

지 관계이기 때문에 그 결과 생성되는 색인관계도 퍼지 색인이 된다. 이러한 방법을 기초로 하여 검색 조건에 대한 검색데이터의 퍼지 그래이드는 아래의 과정을 통해 산출된다.

감성표현용어  $k_i$ 에 대해 감성표현용어 결합 행렬로부터 관련되어진 감성표현용어 퍼지 집합을  $v_i$ 이라고 하면  $v_i$ 은 다음과 같이 정의된다.

$$v_i = \sum_{k_j \in K} W_{ij} / k_j \quad (식5)$$

이  $v_i$ 을 이용하여 감성표현용어 결합행렬에 의해 경로  $r_i$ 를 색인으로 하는 감성표현용어 퍼지 집합  $\phi(r_i)$ 은 다음과 같이 정의된다.

$$\phi(r_i) = \sum_{k_l \in \phi(r_i)} v_l \quad (식6)$$

이 식으로부터  $\phi(r_i)$ 에 있어서 각 경로의 검색 정확도가 구해진다. 따라서 경로에 대한 감성표현용어의 검색 정확도  $\mu_{\phi(r)}(k_j)$ 는 다음과 같이 구해진다.

$$\mu_{\phi(r)}(k_j) = 1 - \prod_{k_l \in \phi(r)} (1 - W_{li}) \quad (식7)$$

이상과 같은 방법으로 감성표현용어 사이의 퍼지 관련도 결합행렬을 이용하여 감성표현용어에 대한 경로의 검색결과를 생성할 수 있다. 또한 그 역방향의 검색 즉, 경로를 검색 키워드로 사용하여 감성표현용어를 검색할 수 있으며, 경로 상호간의 유사지점 검색도 가능하다.

위에서 언급한 각 경로의 퍼지 그래이드를 구체적으로 산출하는 과정을 표 1의 크리스프 색인과 표 2의 키워드 관련도 결합행렬을 이용하여 설명한다. 출발지와 목적지가 동일한 조건 하에서 보행자 A는 감성표현용어  $k_3$ = '변화한'을, 보행자 B는  $k_5$ = '안전한'을 검색어로 지정하였을 경우 검색 결과는 아래와 같이 산출된다.

먼저  $k_3$ 에 대한 검색결과는  $\Psi(k_3)=\{t_{3j}\}$ 를 구하는 것으로 얻어진다. 경로에 대한 감성표현용어의 퍼지 그래이드를 구하는 식 7을 적용하면,

$$t_{31} = W_{33} + W_{43} + W_{83} = 1.00 + 0.57 + 0.44 = 1.0$$

과 같이 구해진다. 단, 본 논문에서는 각 경로의 퍼지 집합의 연산자로서 일반적으로 사용되고 있는  $\max$  연산이 아닌 대수합( $x+y = x+y-xy$ )을 적용하였다.

동일한 방법으로  $t_{32}=0.5, t_{33}=0.78, t_{34}=1.0, t_{35}=0.29, t_{36}=0.28, t_{37}=0.5, t_{38}=1.0, t_{39}=1.0, t_{310}=0.37, t_{311}=0.30, t_{312}=0.43, t_{313}=1.0, t_{314}=0.60, t_{315}=0.92$ 가 구해진다.

따라서 감성표현용어  $k_3$ 에 대한 검색결과를 정리하면 다음과 같은 퍼지 집합이 구해진다.

$$\Psi(k_3) = \{1.00/r_1, 0.5/r_2, 0.78/r_3, 1.0/r_4, 0.29/r_5, 0.28/r_6,$$

$$0.5/r_7, 1.0/r_8, 1.0/r_9, 0.37/r_{10}, 0.30/r_{11}, 0.43/r_{12}, 1.0/r_{13}, 0.60/d_{14}, 0.92/r_{15}$$

여기에서  $1.00/r_1, 1.00/r_4, 1.00/r_8, 1.00/r_9, 1.00/r_{13}$ 는 처음부터 경로에 대한 이미지로서 감성표현용어  $k_3$ 을 색인으로 가지고 있는 경우를 의미하며, 나머지는 색인관계는 없으나  $k_1, k_4, k_8, k_9, k_{13}$ 을 매개로하여 간접적으로 퍼지 색인이 생성된 검색결과를 의미한다.

다음으로  $k_5$ 에 대한 검색결과는  $\Psi(k_5) = \{0.26/r_1, 0.77/r_2, 0.36/r_3, 1.00/r_4, 1.00/r_5, 0.65/r_6, 0.55/r_7, 0.66/r_8, 0.43/r_9, 1.00/r_{10}, 1.00/r_{11}, 1.00/r_{12}, 0.47/r_{13}, 0.61/d_{14}, 0.25/r_{15}$ 과 같이 구해진다.

이상의 검색결과에서 보듯이 출발지와 목적지가 동일하여도 네비게이션 상황이나 보행자의 감성적 선호도에 따라 서로 다른 경로가 검색되는 것을 알 수 있다. 더욱이 보행자의 경로탐색과정에 존재하는 애매함을 고려하여 직접적으로 색인관계가 존재하지 않는 경로도 함께 검색되어 퍼지 그래이드 순으로 정렬되어 제시되기 때문에 보행자의 감성적 선호도가 유연하게 반영된 검색결과를 얻을 수 있다.

#### 4. 경로탐색 지원시스템

4장에서 보행자의 감성을 반영한 경로를 탐색하기 위해 필요로 하는 지원시스템의 주요기능과 클라이언트용 단말기의 인터페이스 구현 시 고려해야 할 사항에 대해 설명한다.

먼저 지원시스템의 기능구성을 설명하고, 다음으로 PDA 단말기 상에서의 조작환경을 고려한 시스템의 구성요건에 대해 설명한다. 마지막으로 경로탐색을 지원하기 위한 경로탐색부, 보행자 경로탐색 정보를 관리하기 위한 네비게이션 정보 관리부의 인터페이스에 대해 설명한다.

##### 4.1. 지원시스템의 개요

경로탐색 지원시스템은 PDA 단말기 상에서 실행되는 보행자용 모듈과 네비게이션 서버 모듈로 구성된다. 본 논문에서는 시스템의 각 모듈을 웹 서버의 표준적인 개발환경인 Java Servlet 형식으로 구현하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서 범용의 PDA 단말기 상에서 모바일용 웹 브라우저를 이용하면 네비게이션 서버에 간단히 접근할 수 있다.

경로탐색 지원시스템은 그림 1에서 제시한 바와 같은 보행자의 네비게이션이 원활히 지원될 수 있도록 다음과 같은 두 가지 사항을 주요 기능으로 설정하고 있다.

- (1) 네비게이션 상황에 따른 경로탐색 기능
- (2) 네비게이션 정보의 수집 및 시뮬레이션 기능

그림 6은 이상의 기능을 실현하기 위한 보행자 경로탐색 지원시스템의 개요를 나타낸 것이다. 좌측에는 네비게이션 서버가, 우측에는 클라이언트 단말기가 위치한다. 보행자는 자신의 PDA 단말기 상에서 제공되는 네비게이션 전용 웹 브라우저를 이용하여 서버와 통신하면서 네비게이션에 필요한 정보를 송신 및 수신한다. 지원시스템을 구동시킬 경우에는 보행자의 위치정보, 검색이력, 목적지에서의 행동정보 등도 함께 지식 베이스로 수집된다.

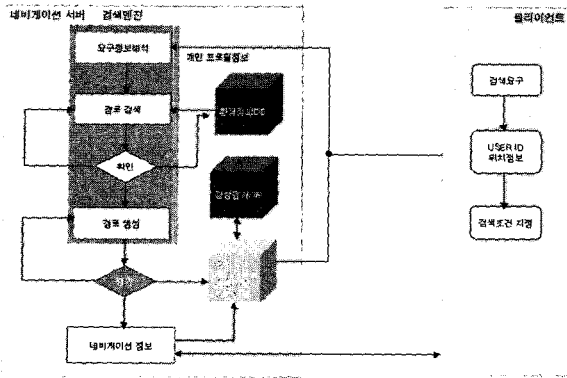


그림 6 보행자 경로탐색 지원시스템 개요

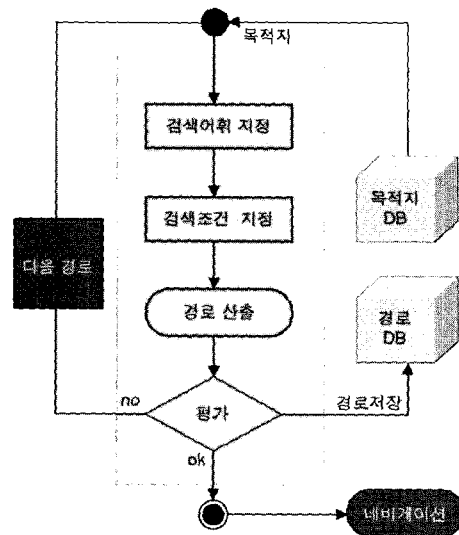


그림 7 경로탐색 프로세스

#### 4.2. 지원시스템의 인터페이스 환경

경로탐색 지원시스템의 클라이언트 모듈은 PDA 단말기 상에서 조작되기 때문에 퍼스널 컴퓨터 상에서의 사용자 인터페이스와는 상이한 조작형식을 취한다. PDA 단말기는 제한된 디스플레이 크기(320×240 Pixel)로 인하여 조작요소를 표시하는 데에 많은 제약을 받고 있으며, 표시가능한 문자 수나 그래픽 이미지의 해상도에도 영향을 받는다. 또한 하나의 화면단위에 한정된 정보만을 표시할 수 있기 때문에 다층의 메뉴구조로 구성될 가능성이 높다. 따라서 복잡한 메뉴계층으로 전이하게 되면 해당 콘텐츠를 제어하기 위한 조작요소와 상세정보가 분리됨으로써 정보의 구조와 위치의 파악이 어렵게 되는 문제가 발생한다.

이와 같은 디스플레이 상의 제약조건을 고려하여 경로탐색 지원시스템에서는 전체정보, 상세정보, 연결정보의 개념이 적용된 사용자 인터페이스를 구성한다. 이 개념은 정보를 전체를 나타내는 정보, 부분을 나타내는 정보, 전체와 부분을 연결하는 정보로 분류하고 하나의 화면단위에 이 세 가지의 정보를 사용자에게 동시에 제시하는 개념이다.

이로 인하여 전체정보와 상세정보를 직각적으로 파악함과 동시에 콘텐츠의 구조도 용이하게 파악할 수 있게 됨으로써, 콘텐츠 사이의 네비게이션이 원활히 수행될 수 있을 것으로 기대된다.

한편 본 논문에서는 보행자 용 PDA 단말기 디스플레이 크기에 따른 제약을 극복하기 위하여 사용자 인터페이스 화면의 레이아웃을 가로(4 : 3비율)로 설정하였다. 가로형 레이아웃은 Sony의 PDA 등에서 이미 실용화 되어 있으며, 한정된 디스플레이 공간에 보다 많은 정보를 효율적으로 표시할 수 있다는 이점이 있다. 그래픽 이미지나 맵 등의 비주얼 콘텐츠를 많이 표시해야 하는 경로탐색 지원시스템의 인터페이스의 경우에는 특히 효율적인 레이아웃 환경이라고 할 수 있다.

#### 4.3. 경로탐색부

경로탐색부는 보행자가 자신의 휴대용 PDA 단말기 상의 인터페이스를 이용하여 경로탐색에 필요한 요구정보를 입력하고 구체적인 경로후보를 검색하는 유닛이다. 그림 7의 경로탐색 프로세스에 따라 검색과정을 설명한다.

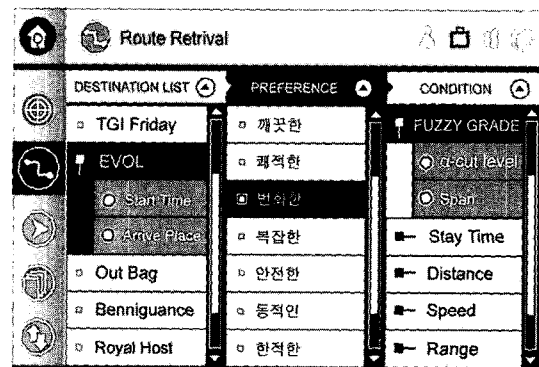


그림 8 경로탐색 요구정보 입력 인터페이스 화면

먼저, 보행자는 그림 8의 인터페이스를 이용하여 경로탐색에 필요한 요구정보를 입력한다. 입력조작은 네비게이션 목적 지정 → 경로에 대한 감성표현용어 선정 → 검색조건 지정 → 검색 실행 순으로 진행된다. 보행자는 시스템으로부터 제시되는 쇼핑, 식사, 관광 등을 의미하는 카테고리 가운데서 네비게이션 목적에 가장 부합된다고 판단되는 카테고리 및 세부 항목을 선정한다.

다음으로 보행자는 검색 키워드로 경로의 이미지를 나타내는 감성표현용어 중에서 네비게이션 상황과 감성적 기호에 합치하는 어휘를 선택한 후 검색 만족도인 퍼지 그레이드 등의 검색조건을 지정한다.

마지막으로 서버는 보행자로부터의 요구정보와 서버에 초기 감성정보로 구축되어 있는 데이터를 조회하여 경로후보를 검색한다. 여기에서 초기 감성데이터는 사전에 일정한 수의 피험자 그룹으로부터 회답되어진 데이터를 기초로 작성된다. 이 데이터는 식 1에 의해 감성표현용어(검색 키워드) 사이의 퍼지 관련도 결합행렬이 계산되어 서버에 축적되어 있다. 이 퍼지 관련도 결합행렬은 초기에는 경로에 대한 집단 감성데이터로 보행자에게 제시되지만 검색결과에 대한



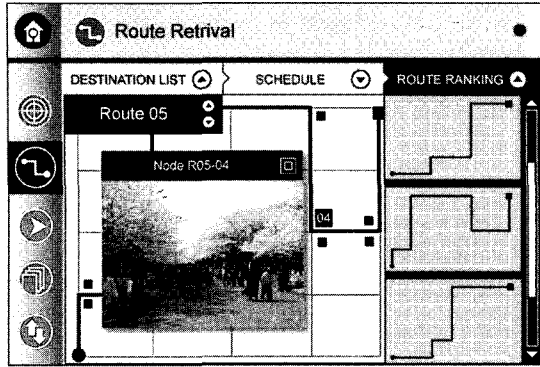


그림 9 경로탐색정보 출력 인터페이스 화면

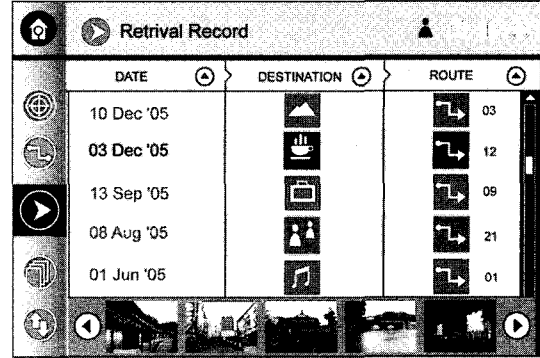


그림 10 경로탐색정보 시뮬레이션 인터페이스 화면

피드백 정보가 보행자마다 작성되기 때문에 결과적으로 개인 감성데이터로서 학습 및 갱신된다.

서버는 식 7을 이용하여 모든 경로 후보에 대한 검색만족도를 산출된다. 전술한 바와 같이 경로 후보지와 키워드 사이의 관계를 키워드 결합행렬에 의해 간접적인 부분까지 확장시킬 수 있으므로 결과적으로 퍼지 검색결과를 얻을 수 있다. 검색결과는 사용자의 검색 니즈가 반영되도록 검색 만족도 순으로 제시된다. 보행자는 검색요구정보를 입력 할 때, 검색결과에 대해서 퍼지 그레이드의 지정이 가능하므로 경로 후보지의 수를 자신의 네비게이션 목적이나 상황에 따라 조정할 수 있다. 그림 9는 이와 같은 검색결과를 제시하기 위한 인터페이스이다. 보행자에게 제공되는 인터페이스에는 검색된 목적지에 대한 경로의 다이어그램과 함께 경로 후보지에 대한 사진이나 이벤트 정보가 함께 제시된다.

#### 4.4. 네비게이션 정보 관리부

보행자 감성정보 관리 유닛은 보행자의 네비게이션 수행 과정에서 발생하는 보행자의 감성에 관한 정보를 수집, 지식 베이스로 구축하고 보행자의 요망이 있을 때 참조하기 위한 유닛이다. 보행자의 감성정보는 유저 프로필, 시간, 위치, 감성정보 등이 하나의 단위가 되어 데이터베이스에 저장된다.

유저 프로필은 보행자의 아이디, 성별, 연령, 직업 등으로 구성된다. 시간 및 위치정보는 보행자가 PDA 단말기를 가지고 네비게이션 조작을 하였을 때 저장되는 시간과 위치정보이다. 또한 감성정보는 목적지 감성정보, 경로 감성정보, 행동이력의 세 가지로 구분된다. 목적지 감성정보는 검색을 한 날짜와 시간, 네비게이션 목적 리스트, 검색 키워드, 검색조건, 선택한 목적지가 저장된다. 행동이력 정보는 보행자가 목적지에 도착하여 수행하는 행동이력 등에 대한 정보를 의미한다.

한편, 보행자는 자신의 디스플레이에서 제공되는 인터페이스를 이용하여 사용자 감성정보를 검색, 조회, 수정, 갱신할 수 있다. 감성정보는 보행자의 네비게이션 상황에 따라 목적지 및 경로 탐색, 목적지에서의 행동을 위한 의사결정 지원 정보로서 제공된다. 그림 10은 보행자의 디스플레이에 목적지와 경로선택 이력정보를 이용한 시뮬레이션 인터페이스이다.

## 5. 결론

본 논문에서는 감성정보를 반영한 보행자 네비게이션 지원시스템의 구축을 목표로 먼저 네비게이션 과정에 있어서 인간의 인지행동 특성을 추출하여 '보행자 네비게이션 모델'로서 모형화 하였다. 다음으로 퍼지이론을 적용하여 네비게이션 과정에 보행자의 주관적 감성이나 취향의 반영이 가능한 경로탐색 방법을 제안하였다. 마지막으로 제안된 경로탐색방법을 이용하여 네비게이션 지원시스템의 구성요소와 시스템의 운용에 필요로 하는 인터페이스의 요건을 제시하였다.

지원 시스템은 경로탐색의 각 국면에 있어 보행자의 이동 상황이나 감성적 선호에 따라 출발지와 목적지가 동일하여도 서로 다른 경로의 탐색이 가능하며, 이동 프로세스에서 발생하는 감성데이터를 수집하여 네비게이션 행동의 선택에 있어서 유효한 정보로 피드백 하는 점에 특징을 지니고 있다.

수 명의 피험자로부터 수집한 경로의 감성평가 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 실시한 결과 경로선택과정에 있어서 보행자의 감성적 요구에 부합하는 경로의 탐색이 가능하며, 또한 검색결과에 대한 적합도의 조정으로 네비게이션 제약 조건에 따라 검색결과를 생성할 수 있어 네비게이션 상황에 따른 보행자의 요구에 유연하게 대응할 수 있는 가능성을 확인하였다. 따라서 현재의 보행자 네비게이션 시스템들에서 지적되고 있는 크리스프 데이터 검색방법의 한계를 보완할 수 있는 유효한 정보검색방법으로서의 활용이 기대된다. 또한 경로탐색과정에 보행자의 감성적 요구를 반영시킬 수 있게 되어 보행자의 다양한 네비게이션 목적에 대응한 데이터 탐색이 가능하여 보다 질적인 만족도 높은 네비게이션의 가능할 것으로 예상된다.

본 시스템을 발전시키기 위해 향후 고려해야 할 점에 대해서 기술한다.

먼저, 경로탐색지원 시스템의 후속연구로서 시스템 모듈 개발과 이를 이용한 사용성 테스트이다. 본 논문에서는 전술한 바와 같이 특정의 운영환경이나 하드웨어에 의존하지 않는 Java Servlet 형식으로 시스템 모듈을 개발할 예정이며, 사용자 인터페이스 설계는 4장에서 제시한 인터페이스 구성요건을 적용한다. 향후 시스템 모듈의 개발과 이를 이용한

사용성 테스트를 통해 시스템의 유용성에 대한 심도 있는 검증은 필요로 한다.

다음으로, 데이터베이스 구축방법의 개선이다. 현재는 오프라인 상에서 실험 환경을 구축하고 복수의 피험자를 이용하여 감성 평가 데이터를 수집하고 있으며, 감성표현용어 사이의 관계를 나타내는 퍼지 관련도 결합행렬도 경로에 대한 감성표현용어의 출현 빈도를 기초로 산출되기 때문에 사용자의 감각에 반드시 일치한다고 보기는 어렵다. 따라서 사용자가 만족하는 검색결과를 얻는다고는 반드시 보장할 수 없기 때문에, 본 논문에서는 퍼지 관련도 결합행렬을 보다 자연스러운 검색결과가 기대될 수 있도록, 사용자로부터의 피드백 정보를 이용하여 학습시키는 방법을 검토하고 있다.

본 논문에서 제안한 보행자 네비게이션 시스템이 실용화 된다면 사용자의 개인 감성을 반영한 네비게이션 지원이 가능하게 되어 향후 ITS를 기반으로 하는 모바일 환경 하에서 보행자의 네비게이션과 관련된 다양한 콘텐츠를 제공할 수 있는 수단으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- E. Hutchins, *Cognition in the wild*, MIT Press, 1995
- D. A. Norman, *User centered system design*, Lawrence Erlbaum publishers, 1986
- 日本ファジィ學會, *ファジィデータベースと情報検索*, 日刊工業新聞社, 1993
- barsalon, L.W.: *Ad hoc categories, Memory and Cognition*, 1983
- N. Shingaki, *When you ask for a route: The role of other people as external resources in navigation*, *Cognitive Studies*, Vol.5, No.3, 1998
- N. Kato, *How does navigation with pair in the first trial affect each of individual performance in the next trial?-Analysis of communication during navigation*, *Cognitive Studies*, Vol.5, No.3, 1998
- P-Tour: *A personal navigation system with travel schedule planning and route guidance based on schedule*, A. Maruyama, *Information Processing(Japan)*, Vol.45, No.12, 2004
- <http://k-ways.magicn.com/intro.asp?&SSO=f&SSO=f>
- <http://drive.nate.com/>
- [http://www.jp.sonystyle.com/Nws/Software\\_01/Pda/Leplan/index.html](http://www.jp.sonystyle.com/Nws/Software_01/Pda/Leplan/index.html)
- <http://www.kddi.com/business/service/au/ezweb/>