

퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템

박종민⁰ 김용일 양재동
전북대학교 전산통계학과
(jmpark, yikim, jdyang)@cs.chonbuk.ac.kr

Fuzzy Based Intelligent Agent System

Jong-Min Park⁰ Yong-Il Kim Jae-Dong Yang
Dept. of Computer Science, Chonbuk National University

요 약

기존의 전자 상거래 시스템은 상품 정보를 순차적 혹은 계층적으로 나열하고 키워드 검색이나 계층적 탐색을 통해 상품을 선택하는 단순 방식을 사용하기 때문에 해당 도메인에 대한 전문적인 지식이 없는 일반 사용자들이 물품을 검색하기 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템(Fuzzy Based Intelligent Agent System)을 제안한다. 퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템은 사용자 중심의 지능형 상품 검색과, 상품 선택 가이드에 전문가의 지식을 이용한다. 따라서, 상품 정보에 대한 전문적 지식이 없는 사용자를 지원하고, 사용자의 취향에 따라 동적으로 상품을 분류한 뷰를 제공할 수 있다.

1. 서 론

인터넷 기술의 발달과 보급으로 이제 웹은 단순한 정보의 전달매체 뿐 아니라 다양한 분야에 걸쳐 그 응용의 폭이 넓어지고 있다. 상품 거래에 있어서도 이제 웹은 중요한 수단으로 사용되어 지며 적용 상품도 다양해지고 있다. 따라서, 방대한 상품 정보를 가지고 있는 전자 상거래 사이트에서 자신이 원하는 상품을 정확히 찾는 것은 쉬운 일이 아니다. 이러한 문제점에 대한 해결 방안으로 기존의 전자 상거래 사이트에서는 계층적 탐색 방식과 키워드 검색 방식을 병합하여 지원하고 있다. 이때, 검색에 사용하기 위한 색인어는 상품의 특징을 대표할 수 있는 키워드로 전문적인 용어들로 구성되어 있기 때문에 일반 사용자가 검색과정에 색인어를 사용하기란 쉽지 않다. 또한, 이와 같은 방식으로 단일 상품들을 선택 조합하여 원하는 상품을 구성하였다 하더라도 많은 문제점을 가지게 된다. 대표적인 예로 컴퓨터를 조립하고자 할 때 단계별로 자신이 원하는 상품을 선택하였다 하더라도 그 컴퓨터가 제대로 작동하게 될 지에 대해서 확인할 수 없게 되는데, 그 이유는 컴퓨터 부품 사이의 호환성에 대한 지식이 없기 때문이다. 이에 관련된 사항은 매우 전문적인 지식을 필요로 하므로 도메인 전문가에게도 까다로운 부분이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 기존의 전자 상거래 사이트가 가지는 이와 같은 문제점을 해결하고자 퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템을 설계 및 구현하였다. 퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템은 사용자 중심의 지능형 상품 검색과, 상품 선택 가이드에 전문가의 지식을 이용한다. 따라서, 상품 정보에 대한 전문적 지식이 없는 사용자를 지원하고, 사용자의 취향에 따른 동적인 상품 분류 계층을 제시할 수 있다. 이러한 기능들을 지원하기 위해 퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템은 상품에 대한 전문가 지식을 퍼지 용어들로 구축할 수 있는 퍼지 기반 상품 지식 시스템과 구축된 퍼지 기반 상품 지식을 활용하여 사용자의 질의에 대해 지능적으로 추론하고 검색하는 지능형 검색 에이전트로 구성된다.

본 논문의 구성은 2장에서 관련 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 시스템 전체적인 개요에 대해 설명한다. 4장에서는 퍼지 기반 상품 지식에 대해 정의하며, 5장에서는 지능형 검색 에이전트의 처리 방법에 대해 기술한다. 6장에서는 설계 및 구현 내용에 대해 설명하며, 마지막으로 결론 및 향후 연구를 제시한다.

2. 관련연구

현재 전자 상거래를 지원하기 위해 개발 되어지고 있는 에이전트 기술들을 살펴보면, 대화형 인터페이스와 프로파일링 방식(Conversational interfaces and profiling)[2], 협력적 정보 필터링 방식(Collaborative information filtering)[3], 그리고 비교 쇼핑 방식(Comparison shopping)으로 구분 지을 수 있다 [1]. 대화형 인터페이스와 프로파일링 방식은 사용자의 기호에 대한 적절한 정보를 수집하고 수집된 정보를 통해 사용자와 에이전트 사이의 대화형 인터페이스를 통해 상호 작용 방법을 결정한다. 하지만, 사용자가 사적인 정보들을 포함해 많은 내용과 시간을 투자해야만 한다. 이 방식을 통해 구축된 시스템의 예로 Extempo[5]가 있다. 다음으로, 협력적 정보 필터링 방식은 퍼드백이나 다른 사용자들의 상품 선택 빈도 등의 정보를 이용하여 사용자 질의 시에 불필요한 정보를 제외시킨다. 이러한 시스템은 상품에 대한 정보나 특징에 대한 분석 없이 단순히 각각의 상품에 대해 순위를 주어 사용한다. 마지막으로, 비교 쇼핑 방식은 에이전트가 서로 다른 벤더의 상품 특징과 가격을 비교하여 사용자에게 최상의 특징과 가격을 가지는 상품을 제시한다. 하지만, 우선적으로 사용자가 원하는 상품 종류를 선택해야 한다. 비교 쇼핑 방식을 이용해 구축된 시스템의 예로 Omi[6]가 있다.

3. 시스템 개요

퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템은 퍼지 기반 상품 지식 시스템과 지능형 상품 검색 에이전트로 구성된다. 여기서 상품 데이터베이스는 인터넷 쇼핑물의 상품 정보로 구축하였다. 그림 1은 퍼지 기반 상품 지식 시스템과 지능형 상품 검색 에이전트 사이의 관계를 도식화한 그림이다.

먼저, 퍼지 기반 상품 지식 시스템은 지식 구축 도구와 지식 추론 엔진으로 구분할 수 있다. 지식 구축 도구는 전문가가 퍼지 분류 용어들을 생성하고 상품 인스턴스들을 각 퍼지 분류 용어들에 일정한 퍼지 소속 정도에 따라 자동으로 분류할 수 있도록 지원한다. 지식 추론 엔진은 퍼지 분류 용어에 의해 적절히 상품

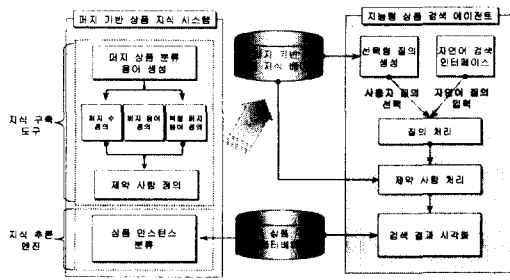


그림 1 퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템 구성

인스턴스를 분류하여 지식 데이터베이스에 저장한다. 이때, 새로운 상품 인스턴스가 추가 될 때 자동으로 상품 인스턴스 분류를 수행하여 퍼지 소속성 정도의 일관성을 유지 시킨다.

다음으로, 지능형 상품 검색 에이전트는 질의 인터페이스 생성 및 처리, 질의 처리 시 제약 사항 처리, 그리고 상품 검색 결과 시각화 기능으로 구분된다. 퍼지 기반 상품 지식을 이용한 지능형 상품 검색 에이전트의 알고리즘으로, 먼저, 구축된 상품 지식을 참조하여 선택형 질의 인터페이스를 자동 생성하여 사용자에게 제시한다. 사용자는 선택형 질의 인터페이스에 제시된 퍼지 분류 용어들을 선택하여 질의를 구성하게 된다. 자연어 질의 시에는 바로 퍼지 분류 용어로 구성된 질의로 변환하게 된다. 다음으로, 검색 에이전트는 질의에 나타난 퍼지 분류 용어들에 퍼지 연산자를 적용하여 상품들을 검색하게 된다. 검색 시에 퍼지 분류 용어가 가지고 있는 제약 사항을 반영하여 질의에 타당하지 않은 항목을 제시하고 제거한다. 마지막으로, 검색된 상품들은 사용자 질의에 대한 퍼지 소속 정도가 자동 평가되어 순위화 된 형태로 제시된다.

4. 퍼지 기반 상품 지식

퍼지 기반 상품 지식은 전문가가 퍼지 용어들 사이의 관계를 일반화 관계로 분류하고 상품 인스턴스들과 퍼지 분류 용어들 사이의 관계는 클래스 관계로 분류한다. 그림 2는 퍼지 기반 상품 지식 구조를 도식화한 그림이다.

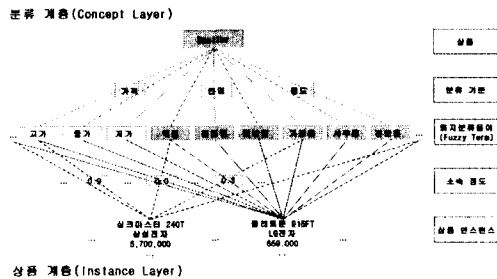


그림 2 퍼지 기반 상품 지식 구조

퍼지 분류 용어에는 분류 기준의 타입에 따라 퍼지 수, 퍼지 용어, 그리고 복합 퍼지 용어가 있으며 퍼지 분류 용어들의 멤버쉽 함수를 통해 상품 인스턴스가 퍼지 분류 용어에 소속될 퍼지 소속 정도 값을 계산하게 된다.

- 퍼지 수(FN : Fuzzy Number)
퍼지 수는 가격, 크기, 무게, 사이즈와 같이 분류 기준이 수치 값(Continuous Value)일 경우 사용한다. 예를 들어, 모니터의 가격에 따라 퍼지 수를 사용해 고가, 저가, 그리고 중가의 퍼지 분류 용어를 정의할 수 있다.
- 퍼지 용어(Fuzzy Linguistic Term)

퍼지 용어는 상품 회사나 상품 타입등과 같이 분류 기준이 문자열(Discrete Value)일 경우 사용한다. 예를 들어, 모니터 타입을 일반 모니터, 액정 모니터, 그리고 평면 모니터와 같이 분류할 수 있다. 여기서 액정 모니터는 $T_{액정} = \{0.7/LCD, 0.8/TFT\}$ 와 같이 퍼지 시소러스나 전문가의 입력을 통해 정의할 수 있다. 다음은 퍼지 시소러스의[4] 간단한 예이다.

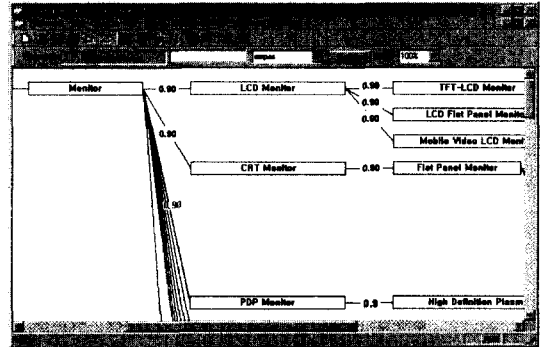


그림 3 디스플레이 장치에 대한 퍼지 시소러스

- 복합 퍼지 용어(Composite Fuzzy Term)
복합 퍼지 용어는 기준에 정의된 퍼지 수, 퍼지 용어, 그리고 복합 퍼지 용어들을 사용하여 정의된다. 예를 들어, 모니터를 용도에 따라 분류할 경우 전문가용, 사무용, 그리고 가정용과 같이 분류할 수 있다. 여기서 전문가용 모니터는 “0.4/고해상도 AND 0.4/고색상 AND 0.2/(대형 OR 중형)” 와 같이 전문가의 입력을 통해 정의할 수 있다.

다음으로, 상품은 그 성격에 따라서 단일 상품(Primitive Product)과 복합 상품(Composite Product)으로 나눌 수 있다. 단일 상품은 세부 구성 상품이 없는 상품으로 퍼지 수, 퍼지 용어, 복합 퍼지 용어로 퍼지 상품 지식이 정의될 수 있으며, 복합 상품은 여러 개의 단일 상품으로 구성되는 상품으로 복합 퍼지 용어로만 퍼지 상품 지식을 정의할 수 있다.

5. 퍼지 기반 지능형 검색 에이전트

지능형 검색 에이전트는 사용자의 모호한 질의에 대해 퍼지 기반 상품 지식베이스를 이용하여 지능적으로 상품을 검색한다. 선택기반 인터페이스와 자연어 기반 인터페이스를 통해 입력된 질의는 논리합(∨), 논리곱(∧) 연산자를 이용하여 부울 질의 형태로 변환되며, 변환된 질의는 지식 추론 엔진을 이용하여 분석하고 관련 상품 정보를 퍼지 정도에 따라 순위화 된 형태로 제시한다. 선택기반 인터페이스에서 작성된 질의의 경우 같은 퍼지 분류에 있는 용어들 간에는 논리합으로, 다른 분류에 있는 용어들 간에는 논리곱을 이용하고, 자연어 기반 인터페이스에서 작성된 질의의 경우 형태소 분석기를 통해 품사를 분석한 후 자연어 질의 처리기를 통해 퍼지 용어들로 구성된 부울 질의 형태로 변환하게 된다. 본 논문에서는 논리합, 논리곱의 퍼지 연산자로 min, max 를 사용한다.

정의 1. 퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템은 다음과 같이 정의한다.

$$IAS = \langle PDB, KB, FT, M, Q \rangle$$

여기서 PDB 는 상품 클래스(PDB_c)와 상품 클래스에 소속된 상품 인스턴스(PDB_o)들의 집합이고, KB 는 상품 지식 베이스

이며 FT 는 상품 지식베이스에 정의된 퍼지 용어들의 집합이다. M 은 퍼지 용어에 대한 퍼지 소속성 정도를 계산하는 모든 멤버십 함수의 집합이며, Q 는 퍼지 용어들간의 논리합과 논리곱으로 구성된 질의를 말한다.

정의 2. 기본 단위 질의 Q_m 은 다음과 같이 정의한다.

$$Q_m = \langle c, A = ft \rangle, c \in PDB_c, A \in Attribute-Of(c), ft \in FT$$

정의 3. $\|Q_m\| = \{ \langle o_i, w_i \rangle \mid \mu_{c(\bar{f})}(o_i, A) = w_i > 0 \}$ 은 기본 단위 질의 Q_m 를 만족하는 답 집합이다.

정의 4. 합 단위소 질의 Q_d 는 기본 단위 질의 $Q_{m_i}, i=1, 2, \dots, n$ 의 논리합으로 구성된다.

$$Q_d = \bigvee_{i=1}^n Q_{m_i}$$

정의 5. $\|Q_d\| = \{ \max(\|Q_{m_i}\|) \mid i=1, 2, \dots, n \}$ 는 합 단위소 질의 Q_d 를 만족하는 답 집합이다.

예. "가격이 고가이거나 보통인 모니터"를 찾아라라는 질의가 주어졌다고 하자. $o_i, i=1, 2, \dots, n$ 가 질의에서 주어진 Monitor의 인스턴스라고 하면,

$$\begin{aligned} Q &= \langle Monitor, Price = high_price \rangle \vee \langle Monitor, Price = medium_price \rangle \\ &= \{ \langle o_1, \mu_{high_price}(o_1, price) \vee \mu_{medium_price}(o_1, price) \rangle, \dots, \\ &\quad \langle o_n, \mu_{high_price}(o_n, price) \vee \mu_{medium_price}(o_n, price) \rangle \} \\ &= \{ \langle o_1, \max(\mu_{high_price}(o_1, price), \mu_{medium_price}(o_1, price)) \rangle, \dots, \\ &\quad \langle o_n, \max(\mu_{high_price}(o_n, price), \mu_{medium_price}(o_n, price)) \rangle \} \end{aligned}$$

와 같이 처리된다.

정의 6. $i=1, 2, \dots, n$ 에 대해 Q_{d_i} 가 합 단위소 질의라면, 논리 곱 표준 질의(또는, 단순 질의) Q 는 다음과 같다.

$$Q = \bigwedge_{i=1}^n Q_{d_i}$$

정의 7. $\|Q\| = \{ \min(\|Q_{d_i}\|) \mid i=1, 2, \dots, n \}$ 는 곱 단위소 질의 Q 를 만족하는 답 집합이다.

만약, 질의에 표현된 퍼지 용어가 퍼지 상품 지식베이스 내에 존재하지 않으면 기존의 퍼지 용어에 다음과 같은 퍼지 변경자(Fuzzy Modifier)를 적용하여 질의 처리에 이용한다.

$$\begin{aligned} \mu_{low}(x) &= 1 - \mu_{high}(x) \\ \mu_{very-high}(x) &= (\mu_{high}(x))^2 \\ \mu_{mid-low}(x) &= 1 - |\mu_{mid}(x) - \mu_{low}(x)| \end{aligned}$$

사용자의 검색 대상이 복합 상품이고 질의에 표현된 퍼지 용어가 퍼지 상품 지식베이스 내에 존재하지 않으면 복합 상품을 구성하고 있는 각 단일 상품에 포함된 퍼지 용어의 멤버십 함수를 적용하여 검색한다. 또한, 복합 상품에 대한 질의를 처리할 경우 단일 상품들의 조합으로 구성되기 때문에 전체적으로 다량의 후보 복합 상품들이 생성되어 질의 처리 시에 검색 시간이 많이 걸리게 되며 복합 상품을 구성하는 단일 상품들 간의 호환성에 대한 문제점도 내포한다. 이런 경우 단일 상품 지식들 간의 정의된 퍼지 용어들 사이의 제약 사항 관계를 이용하여 호환되지 않거나 적절하지 않은 단일 상품들 간의 결합을 방지하고 검색 속도 또한 향상시킬 수 있다.

6. 퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템의 설계 및 구현

본 논문에서 제시한 퍼지 기반 지능형 에이전트는 인터넷 기반으로 설계 및 구현하였다. 인터넷 기반에서 동적인 웹 어플리케이션 구현을 위해 웹 페이지를 JSP/Servlet을 사용했으며, 기타 관련된 패키지들은 Java의 다양한 기술(JNI, JDBC, Reflection API, ...)들을 이용해 작성하였다. 또한, 퍼지 기반 지식을 저장하기 위한 데이터베이스로 Oracle과 실시간 메모리 데이터베이스인 RtPlus가 사용되었으며, 자연어 질의 처리를 위해 형태소 분석기가 사용되었다. 다음은 본 논문에서 제안한 시스템의 질의 인터페이스 화면과 검색 결과를 나타낸 화면이다.

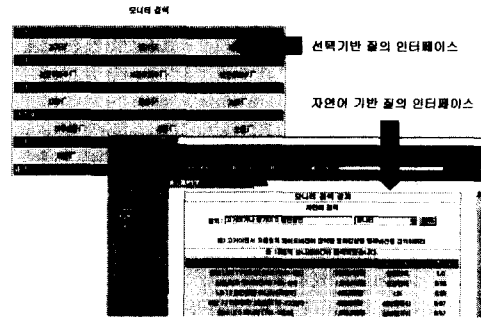


그림 4 질의 인터페이스 화면과 검색 결과

7. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 사용자 중심의 지능형 상품 검색과, 상품 선택 가이드에 전문가의 지식을 이용하는 퍼지 기반 지능형 에이전트 시스템을 설계 구현하였다. 따라서, 상품정보에 대한 전문적 지식이 없는 사용자의 요구를 만족시키고, 사용자의 취향에 따른 동적인 상품 분류 계층을 제시할 수 있다. 또한, 상품에 대한 전문가 지식을 퍼지 용어들로 지식베이스에 저장함으로써 검색엔진의 기능 확장성을 용이하게 하였다. 즉, 지식베이스에 특정 도메인 지식을 퍼지 용어로 저장하기만 하면 에이전트는 원하는 지능을 부여 받을 수 있기 때문에, 원하는 지능이 필요할 때마다 응용 프로그램을 새로 구현할 필요가 없다.

향후 연구 과제로는, 응용분야에 적합한 정확한 퍼지 소속 정도를 계산할 수 있는 멤버십 함수와 퍼지 용어들의 좀 더 세밀한 추론 규칙 정의가 필수적으로 요구된다.

참고문헌

- [1] Robert Guttman and et al, Agents as Mediators in Electronic Commerce, Matthias Klusch (Ed.), Intelligent Information Agents, pp.131-152, Springer-verlag, Berlin Heidelberg, 1999
- [2] Shardanani, U., and P. Maes, Social Information Filtering, Algorithms for Automating 'Word of Mouth', Proceedings of the CHI-95 Conference, Denver(Co,USA), ACM Press, May 1995
- [3] F. Espinnoza and K.Hook, "An interactive WWW interface to an adaptive information system", At the workshop, The reality of intelligent interface technology, edinburgh, 1997
- [4] 최재훈, 한종진, 박종진, 양재동, 구조적인 시소러스 구축을 지원하는 객체 기반 정보 검색 모델, 한국정보과학회논문지, Vol. 24, No. 11, pp. 1244-1256, 1997
- [5] Extempo, <http://www.extempo.com>
- [6] Omi, <http://www.omi.co.kr>