

# 퍼지 언어적 관련도에 근거한 시소러스 모델

최 명 복\*, 김 민 구

아주대학교 컴퓨터공학과 인공지능연구실

## Thesaurus Model based on Fuzzy Linguistic Relation Degree

Myeongbok Choi, Minkoo Kim

Dept. of Computer Engineering, Ajou University

### 요 약

정보검색 시스템에서 시소러스는 정보항목에 대한 용어들간의 관계를 개념적 구조로 나타낸다. 따라서 정보검색 시스템에서 시소러스의 사용은 이용자의 질의에 있는 탐색어의 관련된 정보항목을 검색할 수 있기 때문에 정교검색 시스템의 검색효율을 크게 증가시킬 수 있다. 그러나 기존의 시소러스 모델들은 용어들간의 관련 정도를 무시하거나 정량적인 수치값으로 부여하기 때문에 인간의 주관성과 부정확성을 다루는데 적합하지 않다. 용어들간의 밀접한 정도(Degree of Closeness)는 모호하고 부정확한 판단에 근거하는 인간의 감성적인 측정 단위이다. 그러므로 관련정도를 정량적으로 표현하는 것은 정성적 개념을 정직한 숫자 값으로 변환하는 것이기 때문에 인간의 직감적 측정 단위를 정직하고 용이하게 정량적으로 축소하여 반영한다는 것은 어렵다. 따라서 본 논문에서는 용어들간의 관련도를 정성적으로 부여한 시소러스 모델을 제안한다. 이 시소러스 모델에서는 색인어간의 관련도를 정성적으로 표현하기 위해 퍼지 집합 이론에 근거한 언어적 선행자들을 정의한다. 언어적 선행자들은 존재론적 관계가 고려되고 비분할 인식론적인 표현에 근거한다.

### 1. 서 론

정보검색 시스템의 주요한 목적은 사용자의 정보요구에 관련된 정보항목을 탐색하여 제공하는 것 이외에도 검색된 여러 개의 정보들 중에서 어떤 정보가 사용자의 정보요구에 가장 관련 있는지를 결정할 수 있는 정보도 함께 제공하게 된다. 이와 같은 정보검색의 목적을 극대화하기 위해서는 첫째 사용자의 정보요구와 문서의 색인어 검색형태(Search Patterns)를 명확하게 표현하는 것이고[18], 둘째는 정보요구를 만족시키기 위한 정보항목을 탐색하고 탐색된 정보들에 대해 정보요구의 만족도에 따라 적절한 순위를 부여하는 것이다.

이와 같은 검색형태의 표현과 검색된 정보들의 정보요구 만족도 계층 구조를 제시하기 위하여 많은 정보검색 모델들이 연구되었다. 대표적 모델은 조지의 정보검색 모델인 불리언(Boolean) 정보검색 모델의 보개검색[1][5][16]을 해결하려는 방법들[1][4][6][14][19]이다. 이 연구들은 불리언 검색 시스템을 일반화하고자 하는 시도로서 문서에 대한 색인어의 상대적 중요성 또는 질의에 있는 탐색어의 중요성을 나타내는 실수기수치를 부여하며 각의평가 후 인산결과 값이 검색된 각 문구에 반영된다. 이 결과 값은 그 문서가 질의의 정보요구에 얼마나 관련 있는지를 나타내는 수치이다. 따라서 기중치를 부여한 불리언 모델은 탐색어 또는 색인어의 중요성을 표현함으로써 사용자의 정보요구를 좀 더 정확하게 나타낼 수 있고 가중치의 합이나 유사계수의 값이 순서로 검색된 문헌을 순차적으로 부차합한 문헌을 줄여보아야 할 사용자의 노력을 감소시킨다.

반색어의 중요도를 수치 대신 정성적으로 할당하여 질의를 처리하는 연구가 수행되었다[3]. 이 검색모델은 사용자에게 질의시에 탐색어의 중요도를 나타내는 단위를 수치 대신 정성적으로 표현할 수 있도록 허용한 창의적 정보검색 모델의 일반화 모델이다. 이 모델은 사용자에게 탐색어의 중요도를 정성적으로 부여할 수 있도록 하여 질의어의 정보요구 관련성을 개선시켰으며 부가적으로 정보요구의 중요도에 따라 검색된 문헌들을 분류할 수 있게 하였다.

지금까지 살펴본 모델들은 사용자의 질의에 있는 탐색어에 문서

의 색인어집합 내에 존재하지 않고 탐색어와 동일한 의미의 다른 용어로 존재하든지 또는 탐색어와 유사하거나 관련 있는 용어들만 존재하는 경우에는 질의에 응답할 수 없다. 이와 같은 문제는 질의가 주어질 때 질의의 탐색어에 어휘적으로 인접한 일치하는 색인어가 존재하는 경우에만 질의에 응답할 수 있다는 의미이다. 이 문제를 본 논문에서 일치성 문제(Conceptual Matching Problem)라고 부르기로 하였다.

일치성 문제를 해결하여 검색 효율을 높이기 위한 모델로 시소러스를 사용하는 방법이 연구되었다[7][11]. 이 연구들은 시소러스의 일반적인 내 거지의 주요한 목적[2]에 근거하여 설계되고 구축된다. 이 방법에서 시소러스는 문서의 색인어들 그리고 이 색인어들과 관련된 용어들이 일정한 규칙에 따라 구성된 체계어집합이 된다. 이와 같이 구축된 시소러스는 검색자가 탐색어를 구성하든지 또는 탐색 과정에 일정한 규칙에 따라 일관성 있게 구성된 시소러스의 용어들을 사용할 수 있도록 함으로써 문서의 색인어와의 용어 선택에 따른 일치성 문제를 해결할 수 있다. 그러나 대부분의 구성된 시소러스는 문서의 분류목적에 따라 설계되고 구축되며 용어들간의 의미관계만이 표현되고 시소러스 내의 용어들간의 관련성의 정도는 무시되었다. 따라서 용어들간의 의미를 직접적으로 질의평가에 반영할 수 없다.

시소러스 내의 용어들간의 관련성의 정도를 직접적으로 질의평가에 반영하기 위하여 시소러스 내부 용어들간의 관련도를 수치 값으로 부여한 시소러스 기반의 정보검색 모델들[9][10][12][15][17][21]이 연구되었다. 이와 같은 시소러스의 사용은 질의의 탐색어와 관련된어에 있는 정보항목의 검색을 위해 사용되는데, 관련된 정보항목이 질의의 탐색어와 어느 정도 관련 있는지를 평가하는 색인어의 탐색어간의 매칭 정도에 반영함으로써 검색 효율을 크게 증가시킬 수 있다[16].

그러나 기존의 시소러스 모델들은 시소러스 내부 용어들간의 관련정도를 무시하거나 00 과 10 사이의 정량적인 실수 값으로 부여하기 때문에 인간의 주관성과 부정확성을 다루는데 적합하지 않다. 시소러스 내부 용어들간의 관련정도는 용어들간의 의미의 밀접한 정도(Degree of Closeness)를 나타내기 때문에 그 의미표현에 기본적으로 모호성이 내포된다. 따라서 용어들간의 의미의 밀접한 정도는 모호하고 부정확한 판단에 근거하는 인간의 정성적인 측정 단위이다. 그러므로 관련정도를 정성적으로 표현하는 것은 정성적 개념을 정직한 숫자 값으로 변환하는 것이기 때문에 인간의 정성적 측정 단위를 정직하고 용

\*이 연구는 한국 과학 재단의 연구비 지원(과제번호 971-0901-007-2)을 받아 수행됨

이러게 속도하여 받았다는 것은 어렵다

시소리스 구축에서 고려되어야 할 다른 한가지는 시소리스 구축자와 검색자 사이의 표현력(Expressiveness Power)의 일치 문제이다. 시소리스 구축자는 시소리스 구축 규칙에 따라 용어들간의 의미적 관련 정도를 주관적 인식에 근거하여 표현하려고 하며, 검색자는 자신의 권위적 인식에 관련된 모든 문서들을 하나의 정보 덩어리에 넣고려고 하기 때문에[13] 시소리스 내의 용어들간의 관련도가 집합적으로 주어지고 사용자 검색어의 정보요구가 정성적인 방법으로 표현되었을 경우 시소리스 구축자와 검색자 사이의 표현력 불일치가 발생한다. 예를 들면, 정보검색 시스템이 다음의 질의 (1), (2)와 같이 정성적으로 표현된 용어들의 정보요구를 직접적으로 처리할 수 있으면 그 시스템은 물론 더 유용한 시스템이 될 것이다. 또한 사용자의 정보검색 요구를 용어하고 정확하게 포인팅을 수 있고, 요구된 정보에 적합한 용어를 할 수 있기 때문에 사용자에게는 친숙한 검색 시스템의 역할을 할 수 있을 것이다. 질의 (1) (2)에서 "information retrieval"은 요구된 문서의

give me all relevant documents dealing strongly with information retrieval (1)  
give me all documents very relevant semantically with information retrieval (2)

내용을 표현하는 용어이고 "dealing strongly"는 문서에서 탐색어인 "information retrieval"의 중요성을 의미한다. 그리고 "relevant"와 "very relevant semantically"는 검색어이자 할 문서들의 사용자 질의에 부합되는 만족도라는 의미하는 언어적 설명자들이다. 질의 (1)은 탐색어인 "information retrieval"을 중요하게 다루는 문서들 중 모든 관련된 문서를 모두 처리하라는 질의 (2)는 탐색어인 "information retrieval"과 의미적으로 매우 관련 있는 문서들을 사용자 요구한다. 따라서 질의 (1)에서 탐색어인 "information retrieval"이 선택된 집합 내에 존재하지 않을 때 "information retrieval"과 관련된 문서들은 검색한다든지 혹은 질의 (2)에서 의미적으로 매우 관련 있는 문서들을 검색하기 위해서는 용어들의 관련 정도가 정성적으로 부여된 시소리스가 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 이 시소리스는 질의 (2)에서 "very relevant semantically"사도 정성적 관련도의 표현과 표현력이 일치되어 사용자의 의도와 부합되는 검색 결과를 제공할 수 있다.

질문된 관련도에 근거한 시소리스의 문제점들을 해결하기 위하여 검색 관련도를 부여한 시소리스 구축이 요구된다. 그러나 정보검색에 있어서 시소리스 내의 용어들간의 정성적 관련도는 연구되지 않았다[16]. 본 논문에서는 보도된 각종의 직결된 표현을 위한 정성적 관련도 부여 방법과 표현력 일치 문제를 해결하기 위해서 용어들의 관련도를 체계적으로 부여한 언어적 설명자(Linguistic Descriptors)로 부여한 시소리스 모델을 제안한다. 이 시소리스 모델은 시소리스 내의 용어들의 관련도를 정성적인 언어적 설명자로 부여하여 구축함으로써 다음과 같은 이점을 얻을 수 있다. 첫째 용어들간의 일치된 정도, 질의에 사용하는 기어어 형태로 부여하여 모호성과 불확실성에 대한 부정확성 그대로의 상태를 나타내기 때문에 색인어의 보호된 기술자를 다양한 관련도를 갖고 용이하게 정성적으로 표현할 수 있다. 둘째는 시소리스 구축자와 검색자 사이의 표현력을 일치시켜 질의 (1)과 (2)에서처럼 탐색어와 의미적 관련성이 있는 정보 분류를 검색할 때 주관적이고 모호한 사용자의 정보요구 피지컬을 정확하게 반영하여 검색하게 할 수 있다. 셋째는 인간이 사용하는 용어들을 이용하여 질의의 정확과 민감한 방식의 의미적 시소리스를 구축할 수 있기 때문에 신뢰성에 있어서 추론된 검색 질의의 의미를 쉽게 인식할 수 있다.

이와 같은 색인어 관련도를 언어적으로 부여한 시소리스 기법의 정보검색 모델을 구축하기 위해서는 검색 형태의 지식 표현과 구축된 정보 구조를 이용한 추론 기법이 필요하다. 이를 위해 질적이고 부정확한 기술은 다루는에 간단하고 적당한 수단을 제공하는 피지컬[22][23][24]을 기본으로 하는 피지 언어적 용어(Fuzzy Linguistic Term)[20][24]를 사용하며 이에 따른 추론을 위해 적절한 매칭 측도 방법을 연구한다.

본 논문의 구성은 제 2장에서 피지 언어적 설명자의 근본을 기술하며 이의 개념으로 제 3장에서 피지 언어적 관련성에 근거한 시소리스

스 모델을 제안한다. 제 4장에서는 결론 및 향후 연구방향을 알아본다.

## 2. 피지 언어적 설명자의 근본

시소리스에서 의미관계는 일반적으로 동의관계, 계층관계, 연관관계의 세 가지 종류의 관계로 용어들의 의미관계를 표시하고 있다. [8][13] 시소리스 구축자는 용어들의 의미관계를 고려할 때 주관적 인식에 근거하여 관계의 정도를 부여하게 된다. 관계의 정도는 [0.0, 1.0] 사이의 숫자 값으로 부여할 수 있다. 용어들간의 관계의 정도가 1.0으로 부여되면 두 용어간의 의미적 완전히 일치함을 의미하고 반대로 관계의 정도가 0.0에 가까울수록 용어들간에는 의미적으로 관련성이 떨어진다는 것을 의미한다. 0.5로 부여되었을 때는 어느 정도 또는 다소 의미적 관련성이 있다는 것을 의미한다. 이와 같은 시소리스 내부 용어들간의 관련 정도는 용어들간의 의미적 일치된 정도를 시소리스 구축자의 주위에 의해 인식된 관련 정도를 부여하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 주관적 인식에 의한 관련 정도는 인간에게 있어서 단일의 숫자 값으로 부여하는 것보다는 "매우 관련 있다", "다소 관련 있다", "거의 관련 없다"와 같은 언어적 설명자들로 표현되는 것이 주관적 보호성을 표현하는데 훨씬 더 용이하다. 따라서 이들 언어적 설명자들은 용어들의 수학적 관련도를 피지화 하기 위하여 사용될 수 있다. 용어들의 관련도의 정도가 0.95, 0.96, 그리고 0.98로 부여되는 경우, 서로의 차이가 매우 근소하기 때문에 거의 동등한 정도로 관련 있음을 의미하게 된다. 그러므로 언어적 설명자 "매우 관련 있다"로 표현될 수 있다.

이들 언어적 설명자들은 전체 집합 V 상에서 피지 표현에 의해 식의 될 수 있다.

$$V = \{0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0\}$$

언어적 설명자들은 언어 변수에 의해 매우 잘 정형화 된 수 있다. 언어 변수는 자연어 또는 인공어에서 단어 또는 문장들을 그 언어변수의 값으로 갖는 변수이다[23]. 정형적으로 볼 때 언어적 변수는 5항 순서쌍  $L, T(L), U, G, M$  으로 구성된다. L은 언어변수의 이름이고, T(L)은 L의 항목집합(Term Set)으로써 L의 가능한 모든 언어 값(Linguistic Value)들의 집합이다. 예를 들면, 언어변수 Relevant를 위한 항목 집합은 T(Relevant)에 의해 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$T(Relevant) = \{relevant, not relevant, very relevant, very closely relevant, \dots\}$$

숫자변수 소문자 l은 기본변수로 명명하며 각 언어변수 l에 할당되고 신적 집합 U에 있는 값은 갖는다. G는 구문 규칙(Syntactic rule)으로써 T(L)의 항목들을 만들어낸다. M은 의미규칙(Semantic Rule)으로써 언어변수의 값 x에 U의 피지 부분집합인 의미 M(x)를 할당시킨다. G에 의해 생성된 T(L)의 원소인 각 값 x에 대한 의미 M(x)는 기본 변수 값을 정의 피지 재귀이다[22].

$$M(x) = \{<u, l, (u), |u > \}$$

여기서 l는 기본변수 이름이고 u는 기본변수 값이다. 기본변수의 값 값은 언어적 값 x에 의해 표현된 개념과의 호환성(Compatibility) 정도를 표현하며 [0.0, 1.0] 사이의 실수값과 같아진다.

기본항목(Pimary Term)이라 부르는 값 "relevant"는 의미는 주관적이며 기본항목 이외의 값들의 의미는 일반적으로 기본항목을 수정하는 의미규칙 M을 적용하여 얻어진다.

## 3. 피지 언어적 관련성에 근거한 시소리스 모델

정형적으로 시소리스 용어들 간의 관계  $TRT = T1 R T2$ 로 나타낼 수 있다. T1, T2는 시소리스의 용어들 중 하나이며 R은 용어들간의 관계 정도가 [0.0, 1.0] 사이의 숫자값으로 관계 수도가 강력하다. 반면에, 용어들 간의 관계가 정성적인 관계  $ITR = T1 T2$ 로 나타낼 수 있다. T1, T2는 시소리스의 용어들 중 하나이며 l은 관계의 정도를 나타내는 언어변수의 값으로 언어적 설명자이다.

관련도의 부여는 기본적으로 존재하는 모호성을 반영하기 위하여 관련 정도가 l에 가까운 높은 관련 정도를 갖는 모든 ITR에 "매우 관련 있다"와 같은 관련 정도가 부여되어야 한다. 이것은 TRT의 R이 0.9, 0.95, 0.98인 경우, 대응되는 T1에서 관련 정도가 "매우 관련 있다"

리는 언어의 철명지로 부여되어야 함을 의미한다

언어빈수(LV)의 집합은 다음처럼 3개의 원소들로 구성된다

$$LV = \{ \text{Relevant}, \text{Equivalent}, \text{Hierarchical} \}$$

여기서 Relevant는 인관관계 Equivalent는 동의관계, 그리고 Hierarchical는 계층관계를 의미한다 동의관계는 문맥 내에서 용어간의 의미가 동일하거나 유사해서 용어들을 구별할 필요가 없는 관계이다 계층관계는 상위개념이와 하위개념이의 관계이다 상위개념어는 클래스나 전체를 나타내고, 하위개념어는 요소나 부분을 지칭한다 계층구조에서 모든 하위 개념어는 동일한 종류의 개념을 나타내야 한다 즉, 상위 개념어와 하위개념어는 모두 같은 종류의 시물 행위, 성질 등을 나타내야 한다 인관관계는 동의나 계층관계가 아닌 모든 관계로 용어들이 시소러스 내에서 명시적으로 관련 지워야 할 정도로 의미적으로나 심리적으로 연관을 가지고 있는 경우의 관계를 나타낸다[2]

언어빈수 Relevant는 다음처럼 5항 순서쌍으로 구성된다

$$\text{Relevant } I(\text{Relevant}) \text{ Urel, Grel, Mrel}$$

항목집합 I(Relevant)의 정의는 용어들 간의 관련성의 정도를 나타내는 인어적 선명지점중 하나이다 언어빈수 Relevant를 정의하는 주요한 목적은 시소러스 구축자가 자연스런 용어들 간의 관련도를 부여할 수 있도록 용어성을 제공하기 위함이다 따라서 기본항목 relevant는 다음처럼 정의된다 선제집합 Urel은 기본변수에 의해서 가정될 수

$$I(\text{relevant}) = \{ \text{relevant, very relevant, not relevant, very closely relevant, } \}$$

있는 [0.0, 1.0] 사이의 값이다 따라서 U=[0.0 1.0]이 된다 이 값은 용어들간의 예상되는 주관적 관련성을 의미한다 Grel은 4항 순서쌍에 의해 정의되는 분해자유분법이다

$$\{ \text{rel, Nrel, Prel, Srel} \}$$

rel 다음 1항 정의되는 단일 기호들이다

$$\text{rel} = \{ \text{relevant, very, closely, slightly, not, very closely, very slightly} \}$$

Nrel 다음 기호 정의되는 비단일 기호들이다

$$\text{Nrel} = \{ \text{term} \} \langle \text{atomic term} \rangle, \langle \text{primary term} \rangle, \langle \text{hedger} \rangle$$

Prel BNF(Backus Naur Form) 형태로 정의되는 생성규칙이다 기호 [ ] 와 |은 각각 "선택식", "또는"을 의미한다

$$\text{Prel} = \langle \text{term} \rangle = \langle \text{atomic term} \rangle$$

$$\langle \text{atomic term} \rangle = \{ \text{not} \} \langle \text{hedger} \rangle \langle \text{primary term} \rangle$$

$$\langle \text{primary term} \rangle = \text{relevant}$$

$$\langle \text{hedger} \rangle = \text{very} | \text{closely} | \text{slightly} | \text{very closely} | \text{very slightly}$$

Srel 각 기호이다

$$\text{Srel} = \langle \text{term} \rangle$$

I(Relevant)의 기호들은 관련성 함수의 정의에 의하여 그 의미가 부여되어야 한다 이것은 기본항목 relevant에 대한 관련성 함수를 정의하기 위하여 언어빈수 I(Relevant)와 Hierarchical는 Relevant와 유사하게 다음과 같은 언어빈수의 값을 갖는 5항 순서쌍으로도 구성된다

$$I(\text{equivalent}) = \{ \text{equal, Uequ, Gequ, Mequ} \}$$

$$I(\text{hierarchical}) = \{ \text{Ultra, Gltra, Mltra} \}$$

$$I(\text{equivalent}) = \{ \text{equal, very similar, similar, slightly similar, very slightly similar} \}$$

$$I(\text{hierarchical}) = \{ \text{extremely broader, very broader, broader, slightly broader, very slightly broader} \}$$

#### 4. 결론 및 연구방향

본 연구에서는 컴퓨터 관련도에 근거한 시소러스 모델의 세화검된 모호성과 표현력이 인지된 문제점을 논하였다 이 문제점을 해결하기 위해 인어의 실용성 증진을 위하여 인어빈수 언어적 선명도에 근거한 시소러스 모델을 제시하였다

앞의 연구와는 언어적 선명도에 근거한 시소러스 내의 관련도분 간의 실용성 증진을 위하여 주논거법과 대관 연구가 중심적으로 수행되어야 할 것이다

#### 참고문헌

- [1] A Bookstam (1981) A Comparison of two systems of weighted boolean retrieval JASIS(Journal of the American Society for Information Science), 32(4), 275-279
- [2] ANSI/NISO Z39 19-199X, National Information Standards Organization Guidelines for the Construction, formation, and Management of Monolingual Thesauri, 1991
- [3] Bordogna, G. & Pasi G (1993) A Fuzzy linguistic approach generalizing boolean information retrieval A Model and Its Evaluation, 44(2) 70-82
- [4] Buell, D.A(1981) A general model of query processing in information retrieval systems IPM, 17(5) 249-262
- [5] Cooper W (1988) Getting beyond Boole IPM(Information Processing & Management) 24, 243-248
- [6] Croft, WB (1986) Boolean queries and term dependencies in probabilistic retrieval models JASIS, 37(2), 71-77
- [7] Davis B McCam(1980) MEDLINE An Introduction to On-Line Searching JASIS, May, 1980, pp 181-192
- [8] ISO 2788, ISO Guidelines for the Establishment and Development of Monolingual Thesauri, 2nd ed., Geneva, ISO, 1986
- [9] Joon Ho Lee, Myung Ho Kim, and Yoon Joon Lee (1994) Ranking documents in thesaurus-based boolean retrieval systems, IPM 30(1), 79-91
- [10] Kim YW, & Kim, IH (1990) A model of knowledge based information retrieval with hierarchical concept graph Journal of Documentation, 46(2), 113-136
- [11] Leonard D Will Sheena E Will(1992) Thesaurus principles and practice, Proceedings of the 24th workshop "Thesauri for museum documentation", the Science Museum London, February 1992
- [12] McMath, C F, Tamara R S., & Roda, R (1989) A graphical thesaurus-based information retrieval system. International Journal of Man-Machine Studies, 31(2), 121-147
- [13] Miller, URI (1997) Thesaurus Construction Problems and Their Roots IPM, Vol 33, No 4 pp 481-493
- [14] Norcauth, T, Koll M, & McGill M J (1977) Automatic ranked output from boolean searches in SIRE JASIS, 28(6) 333-339
- [15] Rada, R & Brecknell, I (1989) Ranking documents with a thesaurus JASIS, 40(5) 304-310
- [16] Salton, G & McGill, M I (1984) Introduction to modern information retrieval New York McGraw-Hill
- [17] T Radecki (1976) Mathematical Model of Information Retrieval System Based on the concept of fuzzy thesaurus. IPM Vol 12 pp 312-318
- [18] T Radecki, (1979) Fuzzy set theoretical approach to document retrieval, IPM, Vol 15, pp 247-259
- [19] T Radecki (1982) A probabilistic approach to information retrieval in systems with boolean search request formulations JASIS 33(6) 365-370
- [20] Timothy J Ross (1995) Fuzzy logic with Engineering Applications, McGraw-Hill Inc
- [21] Wang, Y-C, Vandendorpe J, Evans, M Relational Thesauri in Information Retrieval JASIS May, 1983, 36(1) pp. 15-27
- [22] Zadeh, L A (1972) A fuzzy-set theoretic interpretation of linguistic hedges Journal of Cybernetics, 2 4-34
- [23] Zadeh L A (1975) The concept of a linguistic variable and its application to approximating reasoning-I, II, Information Science, 8 199-249, 301-357
- [24] Zadeh, L A (1978) Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility Fuzzy sets and System 1, 3-28