

# 스마트폰의 음성 검색에서 퍼지 쿼리 처리를 위한 프로토타입 모델

최 대 영<sup>†</sup>

요 약

스마트폰의 음성 검색에서 퍼지 쿼리를 처리하는 것은 가장 어려운 문제 중의 하나이다. 이는 자연어에 내재된 자유도와 복잡성에 주로 기인한다. 스마트폰의 음성 검색에서 퍼지 쿼리의 자유도와 복잡성을 줄이기 위해 속성값에 기반을 둔 방법이 제안된다. 또한, 퍼지 쿼리 처리를 위한 속성값에 기반을 둔 새로운 페이지 등급 알고리즘이 제안된다. 이는 사용자의 검색 의도에 기반을 둔 위치기반의 개인화된 페이지 등급을 스마트폰 사용자에게 제공할 수 있다. 제안된 방법은 스마트폰 사용자를 위한 위치기반의 개인화된 웹 검색의 진일보한 방법이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 스마트폰의 음성 검색에서 퍼지 쿼리 처리를 위한 프로토타입 모델을 설계하고, 기존 스마트폰과 비교하여 제안된 방법의 성능 실험 결과를 제시한다.

키워드 : 퍼지 쿼리, 음성 검색, 위치기반의 개인화된 페이지 등급 알고리즘, 사용자의 검색 의도

## A Prototype Model for Handling Fuzzy Query in Voice Search on Smartphones

Dae Young Choi<sup>†</sup>

ABSTRACT

Handling fuzzy query in voice search on smartphones is one of the most difficult problems. It is mainly derived from the complexity and the degree of freedom of natural language. To reduce the complexity and the degree of freedom of fuzzy query in voice search on smartphones, attribute-driven approach for fuzzy query is proposed. In addition, a new page ranking algorithm based on the values of attributes for handling fuzzy query is proposed. It provides a smartphone user with location-based personalized page ranking based on user's search intentions. It is a further step toward location-based personalized web search for smartphone users. In this paper, we design a prototype model for handling fuzzy query in voice search on smartphones and show the experimental results of the proposed approach compared to existing smartphones.

Keywords : Fuzzy Query, Voice Search, Location-based Personalized Page Ranking Algorithm, User's Search Intentions

### 1. 서 론

스마트폰은 인터넷 기능을 갖는 이동전화기라고 정의할 수 있다. 이동중인 스마트폰 사용자의 가장 안전 하고 자연스러운 인터페이스는 음성 인터페이스이다[3]. IBM의 Viavoice®는 음성 인식과 스피치 합성을 제공 한다[11]. Google의 스마트폰 운영체제인 안드로이드는 음성 입력을 쉽게 응용 프로그램에 통합할 수 있게 했고, 음성 검색 기

능은 많은 안드로이드 탑재 장비들에 설치되어 있다[9]. iPhone 4 도 음성을 사용해서 전화 호출, 음악 실행 등을 할 수 있다[10]. 그러나 기존 스마트폰의 음성 검색에서 퍼지 쿼리(Fuzzy Query) 처리에 대한 연구는 미미한 실정이다. 예를 들어, 만약 스마트폰 사용자가 서울의 삼성동을 방문하여 스마트폰으로 근처에 있는 '유명한 한식집'을 찾고자 할 경우 퍼지 용어(Fuzzy Term)인 '유명한'이 적절히 처리되지 못하여 일반적으로 불필요한 많은 검색 결과를 만들어내는 문제점이 있다. 스마트폰에서 보다 강화된 음성 검색이 되기 위해서는 퍼지 쿼리를 적절히 처리할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 스마트폰의 음성 검색에서 퍼지 쿼리의 자유도와 복잡성을 줄이기 위해 속성값에 기반을 둔 방법이

<sup>†</sup> 정 회 원 : 유한대학교 경영정보과 교수  
논문접수: 2011년 5월 18일  
수정일: 1차 2011년 7월 1일  
심사완료: 2011년 7월 4일

제안된다. 또한, 퍼지 쿼리를 처리하기 위한 속성값에 기반을 둔 새로운 페이지 등급 알고리즘을 제안한다.

2장에서는 스마트폰에서 속성값 기반의 퍼지 쿼리 처리 방법을 제안한다. 웹 검색 결과를 사용자의 검색 의도에 따라 순서화하는 등급 알고리즘이 중요하므로 3장에서는 스마트폰에서 위치기반의 개인화된 페이지 등급알고리즘을 제안한다. 4장에서는 기존 스마트폰과 비교하고 실험 결과를 분석한다. 5장에서는 결론 및 향후 과제를 제시한다.

## 2. 스마트폰에서 속성값 기반의 퍼지 쿼리 처리 방법

스마트폰에서 퍼지 쿼리 처리의 어려움은 주로 퍼지 용어에 내포된 자유도와 복잡성에서 비롯된다. 왜냐 하면 인간이 사용하는 언어는 많은 경우 개인의 주관성을 포함하거나 모호해서 컴퓨터가 그러한 퍼지 용어를 자동적으로 해석해서 처리하기에는 너무 자유도와 복잡성이 크다. 본 논문에서는 스마트폰에서 퍼지 쿼리의 자유도와 복잡성을 줄이기 위해 속성값에 기반을 둔 방법이 제안된다. 예를 들어, 퍼지 쿼리 ‘유명한 한식집’에서 퍼지 용어인 ‘유명한’에 내포된 개인의 주관성에서 비롯된 모호성을 기존의 키워드 기반의 검색 엔진은 적절히 처리하기 어렵다[5]. 이 경우 ‘유명한’은 독립된 키워드가 아니고 키워드인 ‘한식집’ 중에서 유명한 곳으로 제한하는 용어로 사용된다. 이러한 관점에서 퍼지 용어는 사용자가 원하는 검색 결과로 정제할 때 이용될 수 있다. 그러나 기존의 검색 엔진은 검색어에서 퍼지 용어의 중요성을 소홀히 하는 경향이 있다. 기존의 검색 엔진은 쿼리를 받았을 때 문서 색인 (Document Index; DI)을 이용하여 쿼리에 대응한다[4, 6]. 문서 색인(DI)은 웹 페이지 타이틀이나 웹 문서에 있는 키워드로 구성된다. 본 논문에서는 스마트폰의 퍼지 쿼리에서 퍼지 용어의 자유도와 복잡성을 줄이기 위해 아래의 단계 1처럼 음성 검색에 대해 먼저 디렉토리를 제시하고 사용자가 디렉토리를 선택하도록 하여 검색엔진이 퍼지 쿼리에 대해 퍼지 용어와 키워드를 구분할 때 발생 하는 복잡성을 줄일 수 있다. 또한, 디렉토리는 퍼지 쿼리의 검색 범위를 한정하여 복잡성을 줄일 수 있다. 단계2에서 퍼지 용어를 처리하기 위해 디렉토리에 있는 속

성값 (예 : ‘방문자 수/일’)들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 퍼지 쿼리 ‘유명한 한식집’에서 키워드 ‘한식집’에 대해 ‘유명한’ 같은 퍼지 용어를 처리하는 것은 다음과 같이 수행될 수 있다((그림 1) 참조).

단계 1 : 음성 검색으로 요구된 퍼지 쿼리 ‘유명한 한식집’ 같은 쿼리에 대해 스마트폰이 검색 디렉토리 (예:음식점, 여행 등)를 제시한다. 예를 들어 ‘음식점’ 디렉토리의 경우, 음식 종류(한식, 중식 등), 음식 가격, 검색 거리 등이 단계 1의 검색 정보로 제공될 수 있다.

단계 2 : 퍼지 쿼리 ‘유명한 한식집’에서 키워드 ‘한식집’에 대해 ‘유명한’ 같은 퍼지 용어를 처리하기 위한 속성은 ‘방문자 수/일’, ‘방문자들의 맛집에 대한 평가’ 등이 사용될 수 있다. 사용자는 검색 의도를 반영하기 위해 선택된 디렉토리에서 퍼지 용어 처리를 위한 속성값을 제공한다.

단계 3 : 단계 1과 2에 의해 정제된 검색 결과 (디렉토리, 키워드, 검색 거리, 퍼지 용어 처리를 위한 속성값 등을 이용한 결과)를 이용하여 위치기반의 개인화된 웹 검색 결과를 만든다.

반경 1 km에 있는 ‘한식집’의 웹 페이지 집합을  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_{99}, A_{100}\}$ 라 하자.

[예 1] 반경 1 km에 있는 ‘한식집’을 찾기 위한 쿼리를  $Q_1$ 이라 하자. 이 경우 퍼지 용어가 사용되지 않기 때문에 단계 2에 있는 속성값은 사용되지 않는다. 결과적으로  $Q_1$  수행 결과는 <표 1>처럼 된다.

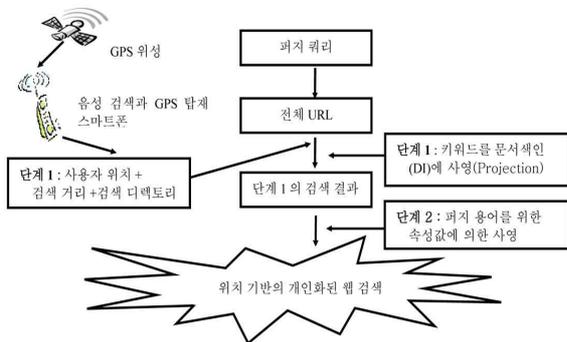
<표 1>  $Q_1$  수행 결과

단계 1 검색결과	속성	단계 2 검색결과
$\{A_1, \dots, A_{100}\}$ + 관련없는 URLs	-	$\{A_1, \dots, A_{100}\}$ + 관련없는 URLs

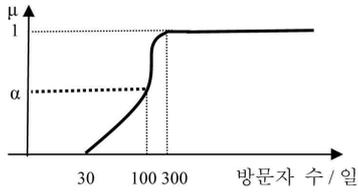
이 경우에는 (그림 1)의 단계 1과 2의 검색결과가 같다. 기존의 스마트폰과 같이 사용자는 키워드인 ‘한식집’, 사용자 위치, 검색 거리 등을 만족하는 위치기반 검색 결과를 얻을 수 있다.

[예 2] 반경 1 km에 있는 ‘유명한 한식집’을 찾기 위한 쿼리를  $Q_2$ 라 하자. 퍼지 용어 ‘유명한’은 (그림 2)와 같이 소속함수[8]에 의해 계산될 수 있다. 예를 들어, 디렉토리에 있는 속성 중에 방문자 수 (예: 방문자 수/일  $\geq 100$ )가 사용자에게 의해 주어질 수 있다. (그림 2)에 있는 것처럼  $\alpha$ -cut [8]에 의해 만약  $Q_2$ 가  $A_F$  (단,  $A_F \in \{A_1, A_2, \dots, A_{99}, A_{100}\}$ )라 하자.

이 경우에는 키워드인 ‘한식집’, 사용자 위치, 검색 거리, 검색 디렉토리와 퍼지 용어 처리를 위한 속성 값인 ‘방문자 수/일’을 이용하여 위치기반의 개인화된 검색 결과인  $A_F$ 를 얻을 수 있다.



(그림 1) 스마트폰에서 위치기반의 개인화된 웹 검색



(그림 2) '유명한'의 소속함수의 예

<표 2> Q<sub>2</sub> 수행 결과

단계 1 검색결과	속성	단계 2 검색결과
{A <sub>1</sub> , ..., A <sub>100</sub> } + 관련없는 URLs	방문자 수/일	{A <sub>F</sub> }의 URLs

웹 검색에서 기존의 개인화(Personalization) 방법은 주로 웹 쿠키, 웹 서버 로그 등을 활용하여 수행된다. 개인화된 검색에서 개인화에 관계된 중요한 요소는 컴퓨터가 사용자에게 권고를 제시하여 사용자의 검색의도를 도출해 내는 것이다[1]. 본 논문에서는 퍼지 쿼리를 처리하기 위한 속성들을 사용자에게 권고하고, 사용자로부터 입력된 속성값으로 사용자의 검색 의도를 파악하여 웹 검색을 개인화하는 새로운 형태의 개인화 방법을 제안하였다.

### 3. 위치기반의 개인화된 페이지 등급 알고리즘

Carriere와 Kazman[2]에 의하면 웹페이지의 중요도를 평가하기 위한 가장 단순한 측정 수단은 해당 웹 페이지에 링크를 가지고 있는 웹 페이지의 수를 세는 것이다. Google은 이와 같은 링크 정보를 활용하는 대표적인 웹 검색엔진이다. 한편, Hotlink는 등록된 사용자의 북마크에 기반을 두고 검색 결과를 순서화한다[6, 12]. 이론적으로 더 많이 인기있는 웹 페이지가 더 관련성이 있는 정보를 가지고 있을 수 있지만 만약 어떤 사용자가 대중과 다르다면 단순한 인기도 기반의 등급 방법은 웹 상에서 사용자의 검색 의도와는 무관한 정보를 제공할 가능성도 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 속성값에 기반을 둔 새로운 등급 알고리즘을 제안한다.

Zadeh[8]는 [0,1] 범위의 소속함수 값을 갖는 퍼지집합을 사용하여 '많은', '대부분' 등과 같은 언어 한정자(Linguistic Quantifier)를 표현할 수 있다고 하였다. 이러한 표현법에서 어떤 몫(Proportion) r (단, r∈[0,1])의 어떤 한정자에의 소속 정도(Degree of Membership)인 Q(r)은 퍼지집합 Q에 의해 표현되는 언어 한정자와 r간의 호환성의 측도이다[8]. 예를 들어, 만약 Q가 '대부분' 이라면 Q(0.9)에서 0.9가 '대부분' 이라는 개념을 만족하는 정도를 나타낸다. Yager[7]는 자연어에서 사용되는 대부분의 언어 한정자를 다룰 수 있는 3가지 형태의 한정자를 다음과 같이 제안하였다.

- (i) 만약  $r_1 > r_2$  일때  $Q(r_1) \geq Q(r_2)$  이 된다면 언어 한정자 Q는 단조 증가이다.
- (ii) 만약  $r_1 > r_2$  일때  $Q(r_1) \leq Q(r_2)$  이 된다면 언어 한정자 Q는 단조 감소이다.
- (iii) 만약 [0,1]에 포함되는  $a \leq b$ 인 두 개의 값이 존재하

고  $r < a$  에 대해 한정자 Q가 단조 증가이고,  $r > b$ 에 대해 한정자 Q가 단조 감소이고,  $r \in [a, b]$  에서  $Q(r) = 1$  이면 유일 양상(Unimodal)이다.

이러한 관점에서 자연어에서 사용되는 대부분의 퍼지 용어를 3가지 형태로 나타낼 수 있다. 예를 들어, 퍼지 용어 '높은'은 단조 증가로, '낮은'은 단조 감소로, '보통'은 유일 양상으로 표현될 수 있다[3]. 이러한 퍼지 용어들의 특성을 이용하여 속성값에 기반을 둔 새로운 등급 알고리즘을 설계한다.

[알고리즘] : 등급 알고리즘 (Ranking Algorithm)

- (i) 단조 증가의 경우 : 촛점 속성의 값이 클수록 검색된 문서의 등급이 올라간다.
- (ii) 단조 감소의 경우 : 촛점 속성의 값이 클수록 검색된 문서의 등급이 내려간다.
- (iii) 유일 양상의 경우 : 만약  $\alpha$ -cut에 의해 결정된 촛점 속성의 구간이  $[a_i, b_i]$  이라 하고,  $\beta$ 를  $a_i$  와  $b_i$  사이의 중간점이라면  $\beta$ 로의 근접 정도가 등급 기준으로 사용될 수 있다. 즉,  $\beta$ 에 가까울수록 검색된 문서의 등급이 올라간다.

촛점 속성은 퍼지 용어를 처리하기 위한 여러 속성 중 사용자에게 의해 선택된 속성이다. 제안된 등급 알고리즘은 퍼지 용어 처리를 위한 촛점 속성값을 사용해서 사용자의 검색 의도를 명확히 반영할 수 있는 장점이 있고, 촛점 속성값에 따라 검색 결과를 순서화할 수 있다. 결과적으로 사용자의 검색 의도에 기반을 둔 개인화된 검색 결과를 만들 수 있다.

[예 3] 스마트폰 사용자의 현재 위치에서 반경 1 km에 있는 '유명한 한식집'을 찾기 위한 퍼지 쿼리를 고려하면, 이 경우 퍼지 용어 '유명한' 은 단조 증가로 나타내 질 수 있다 (참조: 그림 2).  $\alpha$ -cut를 사용하여 반경 1 km에 있는 '유명한 한식집'을  $A_F = \{A_F^1, A_F^2, \dots, A_F^r\}$ 라 하자. 예를 들어, 촛점 속성 (방문자 수/일)에 대해  $A_F$ 의 속성값이  $Val(A_F^1) \leq Val(A_F^2) \leq \dots \leq Val(A_F^r)$ 라 하면 검색 결과  $A_F$ 는  $A_F^r, \dots, A_F^2, A_F^1$ 의 순서로 검색 결과를 순서화할 수 있다.

제안된 등급 알고리즘을 사용하여 단조 감소나 유일 양상의 경우에도 앞의 예와 비슷한 방법으로 검색 결과를 순서화할 수 있다.

### 4. 기존 스마트폰과의 비교 및 실험 결과 분석

(그림 1)의 검색 방법은 SQL에 의해 다음과 같이 설명될 수 있다: SELECT \* FROM {키워드, 사용자 위치, 검색 거리, 검색 디렉토리를 만족하는 웹 사이트들} [WHERE 디렉토리의 퍼지 용어 처리를 위한 속성값들이 사용자에게 의해 만족할 때]. 기존의 스마트폰은 키워드, 사용자 위치, 검색 거리 등을 이용해서 검색하는데 비해 제안된 방법은 기존의 검색 정보외에 부가적으로 디렉토리의 퍼지 용어 처리를 위

<표 3> 비교

	기존의 스마트폰	제안된 스마트폰
퍼지 쿼리 페이지 등급 검색 방법	제한적 링크, 북마크 기반 등 (키워드+위치) 기반	가능 속성값 기반 (키워드+위치+ 속성값)기반

한 속성값을 사용해서 보다 정제된 개인화된 검색 결과를 제공할 수 있다.

$\Delta$ 를 기존 스마트폰의 검색 정보인 키워드, 사용자 위치, 검색 거리 등을 만족하는 웹사이트 수이고,  $\delta$ 를 기존 스마트폰의 검색 정보와 사용자에게 의해 선택된 디렉토리의 퍼지 용어 처리를 위한 속성값을 만족하는 웹사이트 수라면 기존 스마트폰의 검색 결과 수에 대한 제안된 방법의 정제율(Filtering Ratio)은  $\delta/\Delta$ (단,  $0 \leq \delta/\Delta \leq 1$ )가 된다. 사용자의 검색 의도를 반영하는 속성값에 의해  $\delta/\Delta$ 값이 작을수록 더욱 정제된 검색 결과가 된다. 제안된 방법의 정제율을 실험하기 위해 퍼지 쿼리 ‘유명한 한식집’에 대해 한식집 이름들을 키워드로 구성한 문서 색인과 퍼지 용어 ‘유명한’을 처리하기 위한 한식집 웹사이트(100개)의 속성값으로 ‘방문자 수/일’을 갖는 테스트 파일을 사용하여 실험한 결과 제안된 방법의 정제율은 속성값(‘방문자수/일’)이 커질수록  $\delta/\Delta$  값 이 감소되어 더욱 정제된 검색 결과가 되었다.

<표 4> 속성값 크기에 따른 정제율의 실험결과

속성값	0	30	60	90	120
$\delta$	100	75	53	21	7
$\Delta$	100	100	100	100	100
$\delta/\Delta$	1	0.75	0.53	0.21	0.07

예를 들어 <표 4>에서 속성값(‘방문자수/일’)이 120명일 때  $\delta/\Delta$ 값은 7/100이 되어 전체 100개의 웹 사이트 중에서 7개로 검색 결과가 정제되었음을 나타낸다. 결과적으로 속성 값의 크기에 따라 정제율이 조정되는 검색 결과를 확인하였다.

### 5. 결론 및 향후 과제

스마트폰에서 보다 강화된 음성 검색이 되기 위해서는 퍼지 쿼리를 적절히 처리할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 스마트폰의 음성 검색에서 퍼지 쿼리의 자유도와 복잡성을 줄이기 위해 기존의 검색 정보에 부가적으로 디렉토리에서 퍼지 용어 처리를 위해 사용되는 속성값을 이용하여 기존의 스마트폰에 비해 보다 정제된 검색 결과를 만들어 낼 수 있는 프로토타입 모델을 설계하였다. 테스트 파일을 만들어 실험한 결과 제안된 방법의 정제율은 속성값의 크기에 따라 조정됨을 확인하였다. 본 논문에서 ‘유명한 한식집’이라는 퍼지 쿼리를 예로 사용하여 퍼지 용어인 ‘유명한’을 처리하기 위해 ‘방문자 수/일’, ‘방문자들의 맛집에 대한 평가’ 등이 사용될 수 있음을 제시하였다. 추후 연구는 다양한 형태의 퍼지 쿼리를 처리하기 위한 디렉토리를 분류하고 그에 따른 속성들을 상세화하는 것이다. 또한, 퍼지 쿼리를 처리하기 위한 웹

사이트 별 속성 정보를 웹서버나 포털 등에서 웹사이트 방문 이력이나 방문자들의 평가 등을 활용하여 제공하는 방법에 대한 연구가 필요하다. 한편, 퍼지 쿼리를 처리하기 위한 속성값에 기반을 둔 등급 알고리즘을 제안하였다. 이는 사용자의 검색 의도에 기반을 두고 검색 결과를 순서화할 수 있는 장점이 있다. 본 논문의 등급 알고리즘은 촛점 속성이 하나인 경우를 제안하였다. 추후 연구는 다수의 촛점 속성을 갖는 검색어(예:‘유명하고 저렴한 한식집’)에서 촛점 속성간에 가중치를 반영하는 등급 알고리즘을 개발하는 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] N. J. Belkin, Helping people find what they don't know, Communications of the ACM 43(8), pp.58-61, 2000
- [2] J Carriere and R. Kazman, WebQuery : searching and visualizing the Web through connectivity, Proceedings of the sixth international conference on the World wide Web, 1997.
- [3] D.Y. Choi, I.K. RA, Toward a voice interface and personalized local web search in smart phones, RCIS 2010, pp.641-645.
- [4] B. Kao, J. Lee, C. Y. Ng, D. Cheung, Anchor Point Indexing in Web Document Retrieval, IEEE trans. on SMC (part C) 30(3) pp.364-373, 2000.
- [5] D. H. Kraft, F. E. Petry, Fuzzy Information Systems : Managing Uncertainty in Databases and Information Retrieval Systems, Fuzzy Sets and Systems 90(2), 183-191, 1997.
- [6] P. Martin, P. W. Eklund, Knowledge Retrieval and the World Wide Web, IEEE Intelligent Systems, (May/June 2000) 18-25.
- [7] R. R. Yager, On linguistic summaries of data, In knowledge discovery in databases, G. Piatetsky-Shapiro and B. Frawley (Eds.), MIT Press, pp.347-363, 1991.
- [8] L. A. Zadeh, A computational approach to fuzzy quantifiers in natural language, Comput. Math. Appl. 9, pp.149-184, 1983.
- [9] <http://www.google.com/mobile/google-mobile-app/>
- [10] <http://www.apple.com/iphone/features/voice-control.html>
- [11] [http://www-01.ibm.com/software/pervasive/embedded\\_viavoice/](http://www-01.ibm.com/software/pervasive/embedded_viavoice/)
- [12] <http://websearch.about.com/internet/webserch/library/weekly/aa052199.htm>



### 최 대 영

e-mail : dychoi@yuhan.ac.kr

1985년 서강대학교 컴퓨터학과(공학사)

1992년 서강대학교 컴퓨터학과(공학석사)

1996년 서강대학교 컴퓨터학과(공학박사)

1985년~1990년 한국국방연구원(KIDA)(연구원)

1994년 정보처리기술사(전자계산조직응용)

2000년~2001년 BISC Group, University of California, Berkeley (Visiting Scholar)

2004년~2006년 University of Colorado, Denver (Visiting Professor)

1997년~현 재 유한대학교 경영정보과 교수

관심분야: 비즈니스 인텔리전스, 의사결정, 웹 검색엔진, RFID 응용, 유비쿼터스 컴퓨팅