

대화형 음성 지원을 통한 지능형 검색 시스템

Intelligent Retrieval System with Interactive Voice Support

문규진*, 우요섭

K. J. Moon, Y. S. Yoo

요 약

본 논문에서는 음성인식을 통해 상품검색을 도와주는 지능형 검색 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 음성인식과정에서 잘못 인식된 어휘를 자동으로 수정하기 위해 어휘간의 관계를 이용한다. 본 연구에서는 제안하는 시스템의 유용성을 확인하기 위해 시스템을 시뮬레이션 할 수 있는 어플리케이션을 구현하였다. 실험 결과 간단한 유저 인터페이스를 통해 음성인식이 잘못된 어휘를 바로잡아 상품검색에 도움을 주는 것을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a intelligent retrieval system with interactive voice support. The developed system helps to find misrecognized words by using the relationship between lexical items in a sentence recognition and present the correct vocabulary. In this study, we implement a simulation system that can be proposed to determine the usefulness of the product search assistance system which offers applications. Experimental results were confirmed to correct the wrong speech recognition vocabulary in a simple user interface to help the product search.

Keyword : Product Search, Intelligent Interactive System, Assistance System

1. 서론

웹의 발달로 인해 매장에서 상품을 구매하던 거래방식이 온라인 쇼핑물을 통해 상품을 구매하는 전자상거래 형태로 변화하고 있다. 인터넷을 통해 상품을 구매하는 것은 직접 매장에 방문하는 수고를 덜어주며, 시간 또한 절약할 수 있다. 특히 직접 매장에 방문하여 상품을 구매하기 힘든 지체장애인들에게 전자상거래는 상품을 구매할 수 있는 효과적인 방법이다.

하지만 일부 장애인들은 컴퓨터나 스마트기기 접

근에 어려움을 겪고 있어 온라인 쇼핑물을 이용하는 데 어려움을 겪는다. 키보드나 터치를 통한 입력이 불편한 사람들을 위해 대체접근(Alternative Access) 기기를 사용하는 경우가 많다. 대체접근 기기는 사용하는 컴퓨터나 기기와의 상호작용을 원활하게 도와주는 장치이다[1-3]. 하지만 사지의 동작 구현이 불안정한 장애인들은 대체접근 기기를 사용하는 데 어려움이 있다. 이 경우, 대체 입력방법으로 음성인식기술이 있지만, 상품을 검색할 때 사용하는 문장인 ‘값이싼 세탁기’, ‘엘지 모니터’와 같이 두 개 이상의 어휘로 이루어져 있는 문장을 정확하게 인식하는 것은 한계가 있다.

음성인식은 아직 많은 오류가 존재하며, 이런 오류를 보정하기 위한 많은 연구가 진행되었다. 기존에 오류보정은 신호처리 단계에서 진행되었지만, 사용범위가 넓은 최근의 음성인식 시스템에서 음성신호처리만으로 인식의 효율을 높이는 것은 상당히 어려운 일이다. 따라서 신호처리 된 음성으로부터 좀 더 신뢰할 수 있는 결과를 얻기 위한 후처리에

접 수 일 : 2014.11.14

심사완료일 : 2014.12.10

게재확정일 : 2015.02.28

* 문규진 : 인천대학교 정보통신공학과 석사과정

tkdlek11112@gmail.com (주저자)

우요섭 : 인천대학교 정보통신공학과 교수

yswooo@incheon.ac.kr (교신저자)

※ 본 연구는 2014년 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원으로 수행되었음.

서 오류보정에 대한 연구가 진행되고 있다[4-5].

본 논문에서는 음성을 통해 인식된 문장에서 상품검색문의 특징과 어휘 간의 관계를 정의한 사전을 이용하여 올바르게 인식된 어휘를 기준으로 잘못 인식된 단어를 수정하는 상품 검색 보조 시스템을 제안한다.

2. 관련연구

2.1 음성 인식 기술

음성인식기술은 음성을 컴퓨터가 식별할 수 있도록 하는 기술을 말한다. 이는 음성을 문자로 변환시키는 미디어 변환기술이라고도 할 수 있다. 하지만 음성인식은 아직 많은 오류가 존재하며, 이런 오류를 보정하기 위한 많은 연구가 진행되어 왔다. 기존에 오류보정은 신호처리 단계에서 진행되었지만, 사용범위가 넓은 최근의 음성인식 시스템에서 음성신호처리만으로 인식의 효율을 높이는 것은 상당히 어려운 일이다. 따라서 신호처리 된 음성으로부터 좀 더 신뢰할 수 있는 결과를 얻기 위한 후처리에서 오류보정에 대한 연구가 진행되고 있다.

기존 연구방법으로는 음성신호처리 학습 시의 환경과 실제 음성신호처리를 하는 환경의 잡음을 고려한 잡음 채널 모델 기반의 오류보정 방법과 오류패턴 매칭 기반의 오류보정 방법이 있다[6-7]. 잡음 채널 모델 기반의 오류보정 방법은 단순한 언어 모델이 가지는 한계점을 극복하지 못하는 단점이 있고, 오류 패턴 매칭 기반의 오류보정 방법은 오류패턴을 저장하는 DB가 필요하다는 단점이 있다. 어휘 의미 패턴 기반의 오류보정 방법은 음성신호처리 된 문장을 의미적으로 분석하여 인식된 단어별로 의미 정보를 포함한 특정 스트링으로 대치하는 방법이다[8]. 하지만 정보 검색 영역에서 사용되는 문장은 의미가 완벽한 문장보다는 핵심어로만 이루어진 간결한 문장인 경우가 많다. 따라서 본 논문에서는 이와 같은 단점을 보완하기 위해 특정 영역에 대해 만들어진 어휘 관계 사전을 이용하여 특정 단어와 같이 쓰일 수 있는 후보 단어를 선정하여 잘못 인식된 단어를 보정하는 시스템을 제안한다.

2.2 음성 인식 API

음성 인식 API(Application Programming Interface)는 음성 처리 프로그램의 개발자 환경을 지원하는 응용 프로그램 인터페이스이다. 음성을 인

식하여 텍스트로 바꿔주는 일종의 음성 합성 및 인식 프로그램으로 음성을 인식하여 텍스트로 바꿔주는 역할을 한다. 현재 음성 인식 API는 선마이크로시스템즈의 자바 SAPI, 마이크로소프트의 SAPI, IBM의 SAPI등이 있고, 모바일에는 구글의 STT(Speech To Text) API와 애플의 Siri, 다음의 음성인식 API가 있다.

일반적으로 음성 인식 API에서는 음성을 인식하고 인식된 음성에 대해 n-best형태로 변환된 텍스트를 제공한다. 자체적인 시스템을 통해 여러 개의 후보 텍스트를 순위별로 제공하지만, 음성이 명료하지 못한 경우에는 여러 개의 후보 텍스트들의 순위는 무의미한 경우가 많다. 따라서 인식된 음성 데이터에만 의존하지 않고 하위범주화 같은 지적인 언어정보처리 기술을 도입하여 보다 가능성 있는 후보를 제시하는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 하위범주화 사전과 명사 시소러스를 이용한 상품 어휘 관계 사전을 통해 후보 텍스트를 선정하는 방법을 제안한다.

3. 상품검색 보조 시스템

3.1 시스템 개요

3.1.1 시스템 구조

음성인식 상품검색 보조 시스템은 상품검색 시 사용되는 어휘 간의 관계를 정의한 사전과 메인 시스템으로 구성된다. 그림 1은 메인 시스템의 구성과 흐름을 보여준다.

먼저 음성 인식된 문장을 형태소 분석단계를 거쳐 주제어와 서술어로 구분한다. 주제어는 상품의 특징을 나타내는 명사로 ‘값’, ‘속도’와 같은 어휘를 뜻한다. 어휘 판단 단계에서는 문장에서 잘못된 어휘를 판단하기 위해 유저 인터페이스를 통해 질문하고, 잘못 인식된 어휘들을 대체할 어휘를 선택하여 사용자에게 보여준다. 사용자가 대체 어휘를 선택하면 잘못 인식된 어휘를 대체 어휘로 바꾼 수정된 문장을 생성한다.

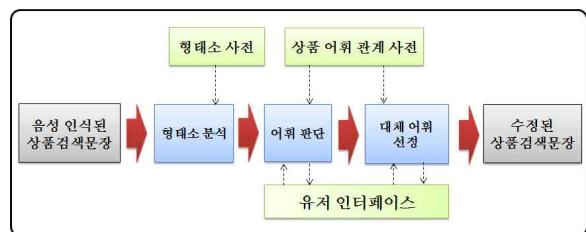


그림 1. 메인 시스템의 구성 및 흐름

3.1.2 상품 검색 문장

상품 검색 문장이란 전자상거래에서 사용자가 원하는 제품을 검색하기 위해 만드는 질의 문장이다. 일반적으로 전자상거래에서 쓰이는 상품 검색문은 “크기가 큰 TV”, “속도가 빠른 컴퓨터”, “가격이 싸고 AS가 좋은 냉장고” 등과 같이 상품에 대한 분류가 제일 마지막에 나오고 그 앞에는 상품에 특징에 관해 서술하는 상품 특징 문장이 1개 이상 나타난다. 상품 특징 문장은 상품의 특징을 지칭하는 주제어와 주제어를 서술하는 서술어 쌍으로 구성되어 있다. 그림 2는 일반적인 상품 검색 문장의 유형을 보여준다.

[주제어 + 서술어]* + [상품 분류]

그림 2. 일반적인 상품 검색문의 유형

3.1.3 상품 어휘 관계 사전

제안하는 시스템은 잘 못 인식된 어휘를 보정하기 위해 상품 어휘 관계 사전을 이용한다. 상품 어휘 관계 사전은 서술어의 하위범주화 사전과 명사 시소러스로 구성되어 있다. 하위범주화 사전에는 각 서술어에 대한 하위범주화 정보가 담겨있다[9-10]. 상품 어휘 관계 사전에서 사용하는 하위범주화 사전에는 상품에 특징을 서술하는 서술어에 대해서만 하위범주화 정보를 제공한다. 그림 3은 하위범주화 사전의 예를 보여준다.

하위범주화 사전에는 해당 서술어에 의존하는 명사를 의미코드로 명시하였다. 의미코드는 명사 시소러스에서 명사의 상·하위 관계를 쉽게 파악하기 위해 정의한 코드이다[9]. 서술어에 의존하는 명사는 의미코드를 이용해 명사 시소러스에서 검색할 수 있다. 그림 4는 명사 시소러스의 구조의 예를 보여준다.

가볍다
 [번호] : 395
 [문형] : 1. 이
 [의미] : 1. 인간, 사물
 [의미코드] : 1. A00kA00m, A00kB00zC01h

그림 3. 하위범주화 사전의 예

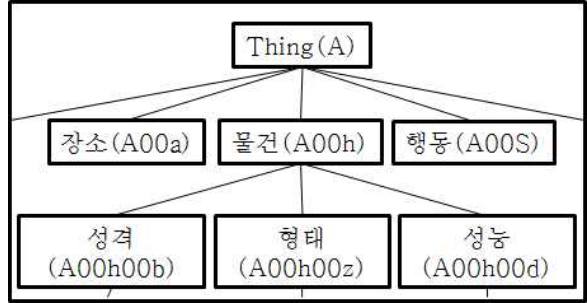


그림 4 명사 시소러스 구조의 예

3.2 형태소 분석

형태소 분석 단계에서는 음성인식을 통해 텍스트로 변환된 상품 검색 문장을 형태소 분석기를 통해 분석한다. 형태소 분석을 통해 상품 검색 문장에서 주제어로 사용된 명사와 서술어를 판별할 수 있다. 본 논문에서는 서울대학교 IDS 연구실에서 제작한 형태소 분석기를 사용하여 형태소 분석을 실행하였다[11]. 그림 5는 ‘속도가 빠른 컴퓨터’라는 예제문장을 형태소 분석기를 통해 처리한 결과를 보여준다.

속도가 = [속도/NNP]+[가/JKS]
 빠른 = [빠르/VA] + [ㄴ-/ETD]
 컴퓨터 = [컴퓨터/NNG]

그림 5. 형태소 분석 결과 예시

3.3 어휘 판단

어휘 판단 단계에서는 인식된 상품 검색 문장이 올바른지 판단한다. 상품 검색 문장에서 어휘가 올바르게 인식되었는지 확인하는 방법으로 유저 인터페이스를 통해 사용자에게 질문하는 방법이 있다. 이 방법은 확실하게 잘못 인식된 어휘를 판별할 수 있지만, 유저 인터페이스를 통해 사용자와 잦은 의사소통이 필요한 단점이 있다. 본 논문에서는 사용자에게 질문하는 방법 외에 추가로 상품 어휘 관계 사전을 이용해 자동으로 잘못 인식된 어휘를 판별하는 방법을 제안한다.

상품 어휘 관계 사전을 이용해 잘못 인식된 어휘를 판단하는 방법은 상품 특징 문장에서 주제어와 서술어의 관계를 이용한다. 문장에서 사용된 서술어의 하위범주화 정보를 이용하여 주제어가 서술어의 하위범주화 정보에 포함되는지 검사한다. 만약 주제어가 서술어의 하위범주에 포함된다면 올바르게 인

식되었을 가능성이 높은 문장이고, 포함되지 않는다면 서술어나 주제어가 잘못 인식된 경우이다. 그림 6은 어휘 판단 알고리즘을 나타낸다.

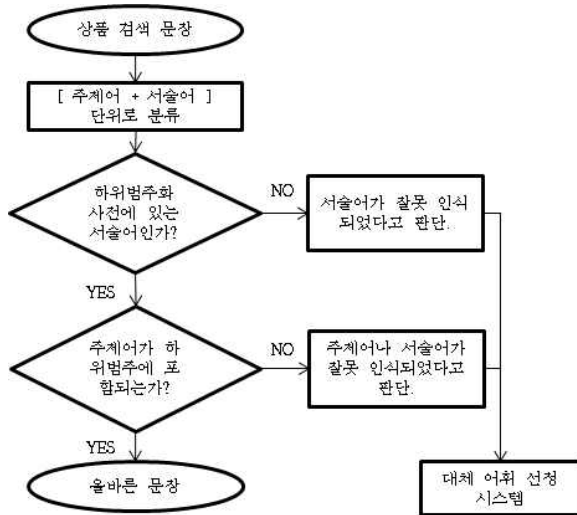


그림 6. 어휘 판단 알고리즘

어휘 판단 과정은 먼저 상품 검색 문장을 [주제어 + 서술어] 형태인 상품 특징 문장으로 분리한다. 상품 특징 문장에서 사용된 서술어가 하위범주화 사전에 있는 서술어인지 검사한다. 만약 하위범주화 사전에 없는 서술어라면, 상품검색과 무관한 서술어이기 때문에 잘못 인식되었을 가능성이 크다. 서술어가 하위범주화 사전에 포함되어있는 서술어라면 주제가 해당 서술어의 하위범주에 포함되는지 확인한다. 주제가 서술어의 하위범주에 포함되지 않는다면 주제어나 서술어가 잘못 인식된 것으로 판단하여 대체 어휘 선정 단계로 넘어간다.

상품 어휘 관계 사전을 이용해 자동으로 잘못 인식된 어휘를 찾는 방법은 표1과 같은 예외상황이 있을 수 있다. 표 1에서 예외 1은 서술어가 잘못 인식되었지만, 잘못 인식된 서술어도 상품 검색에 사용되는 서술어일 경우를 말한다. 이 경우 서술어의 하위범주화 정보와 주제를 비교하였을 때 잘못 인식되었다고 판별할 수 있지만, 주제가 잘못 인식된 서술어의 하위범주에 포함될 가능성이 있다. 예외 2는 잘못 인식된 주제가 문장에서 사용된 서술어의 하위범주에 포함되는 경우이다. 이처럼 자동으로 잘못 인식된 어휘를 판단하는 것은 예외가 존재하기 때문에 단일 시스템으로 사용하지 않고, 사용자와 상호작용을 최소화하기 위해서만 사용되었다.

표 1. 어휘 판단의 예외상황

예외 1	잘못 인식된 서술어가 하위범주화 사전에 있는 서술어인 경우.
예외 2	잘못 인식된 주제가 서술어의 하위범주에 포함되는 경우

3.4 대체 어휘 선정 시스템

대체 어휘 선정 시스템은 입력된 서술어에 대한 대체 어휘를 선정하는 작업과 올바르게 인식된 어휘로부터 잘못 인식된 어휘의 대체 어휘를 선정하는 작업으로 나눌 수 있다.

첫 번째 경우는 주제어와 서술어가 전부 잘못 인식되었다고 판단하고 서술어에 대한 대체 어휘를 먼저 선정하고, 선택된 서술어를 통해 주제를 선정한다. 서술어에 대한 대체 어휘를 선정하는 방법은 상품 관계 어휘 사전에 존재하는 서술어 중에 단어의 길이가 같거나 같은 음절이 사용된 서술어를 선택한다.

두 번째 경우는 주제어와 서술어 중에 하나만 잘못 인식된 경우이다. 서술어가 정확히 인식되었다면 서술어에 대한 하위범주화 정보를 이용해 명사를 찾고, 명사 시소러스에서 가까운 상·하위 명사들을 추출하여 대체 어휘 목록을 생성한다. 반대로 주제가 정확히 인식된 경우는 위 과정을 반대로 시행한다.

대체 어휘의 순위 결정은 단어의 길이가 같거나 같은 음절이 사용된 어휘를 높은 순위에 위치시킨다[12]. 만약 잘못 인식된 어휘가 상품 관계 사전에 있는 명사 시소러스에 저장된 단어라면, 상·하위 관계의 어휘를 높은 순위에 위치시킨다.

3.5 유저 인터페이스

제안하는 시스템은 유저 인터페이스를 통해 단어가 올바르게 인식되었는지 확인한다. 유저 인터페이스는 음성을 이용한 대화형 인터페이스와 버튼을 사용한 간단한 터치 인터페이스를 제공한다.

음성을 이용한 대화형 인터페이스는 TTS(Text To Speech) 기술을 이용하여 시스템 화면에 출력되는 텍스트를 음성으로 출력한다. 사용자의 응답은 '네', '1번' 과 같이 비교적 짧은 어휘로 구성되어 시스템이 정확하게 인식할 수 있도록 하였다.

버튼을 사용한 터치 인터페이스의 경우 커다란 버튼을 사용하여 사용자가 쉽게 응답할 수 있도록 설계하였다. 사용자가 간단한 터치 입력이 가능할

경우 대화형 인터페이스보다 쉽게 사용할 수 있다.

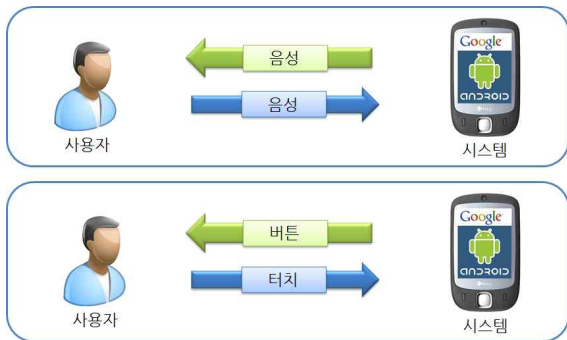


그림 6. 음성을 이용한 대화형 인터페이스(상), 간단한 터치 입력 인터페이스(하)

4. 시스템 구현

본 논문에서는 설계한 시스템을 간단하게 시뮬레이션할 수 있는 모바일 어플리케이션을 구현하였다. 시뮬레이션에 사용되는 상품 어휘 관계 사전은 기존 연구에서 작성하였던 내용을 상품 도메인에 맞춰 축소하여 사용하였다[8]. 구현 환경은 안드로이드 OS를 기반으로 하는 스마트폰이며 사전 데이터는 SQLite3을 사용하여 구축하였다.

먼저 문장이 인식되었을 경우 문장이 올바르게 인식되었는지 사용자에게 묻는다. 여기서 사용자의 응답을 입력하는 방법은 음성인식을 통한 방법과 터치를 이용한 방법이 있는데, 본 논문에서는 터치를 이용한 방법으로 설명한다. 그림 7은 문장이 인식되었을 경우의 화면을 나타낸다. 만약 올바르게 인식되지 않아 '아니요'를 선택한 경우에는 어떤 단어가 잘못 인식되었는지 묻는다. 그림 8은 잘못 인식된 단어를 묻는 화면을 나타낸다.

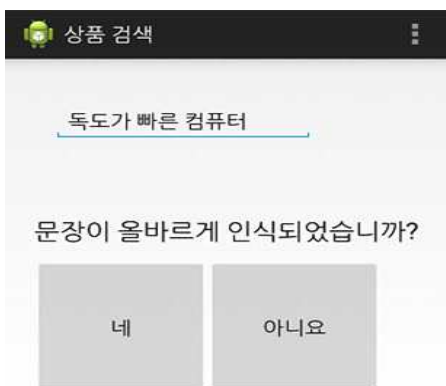


그림 7. 문장이 인식된 경우

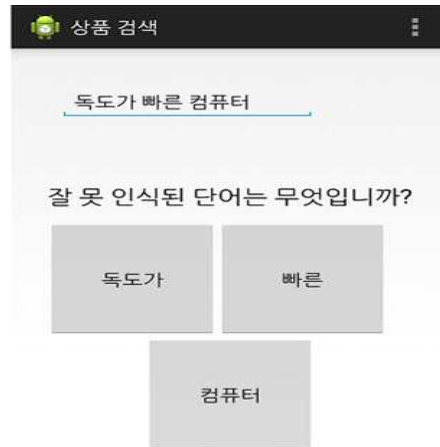


그림 8. 잘못 인식된 단어가 있는 경우

여기서는 올바르게 인식되지 않은 단어는 '독도가'이다. '독도가'는 '빠른'이라는 서술어의 주제어이기 때문에 상품 어휘 관계 사전에서 '빠른'이라는 서술어와 같이 사용되는 명사를 찾아 목록을 보여준다. 그림 9는 '독도가'에 대한 대체어휘목록을 보여준다. '빠른'이라는 서술어와 같이 쓰이는 명사는 '속도', '성능', '배송', '인터넷' 등이 있다. 여기서 '속도'는 '독도'와 공통으로 '도'라는 음절을 포함하고 있기 때문에, 가장 앞에 위치하여 있고, 명사 + 조사로 어휘의 길이가 3인 '성능이'와 '배송이'가 그다음에 있다. 이렇게 잘못 인식된 단어에 대해 대체어휘를 선택하여 올바른 문장으로 바꿀 수 있다. 하지만 복수의 단어가 잘못 인식될 경우 이 방법은 번거로울 수 있다. 따라서 잘못 인식된 단어를 순위가 높은 대체 어휘로 변환한 문장 목록을 보여주는 기능도 제공한다. 그림 10은 수정된 문장을 순위별로 보여주는 화면이다.

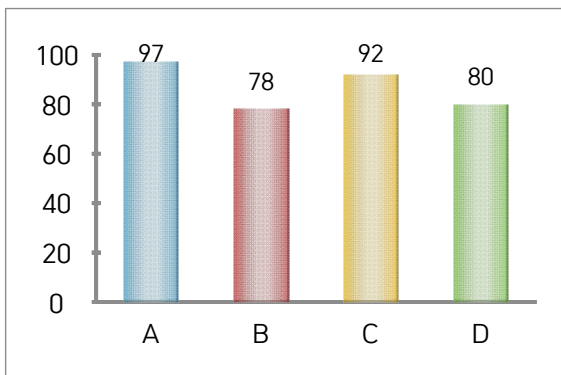


그림 9. '독도가'의 대체 어휘 목록

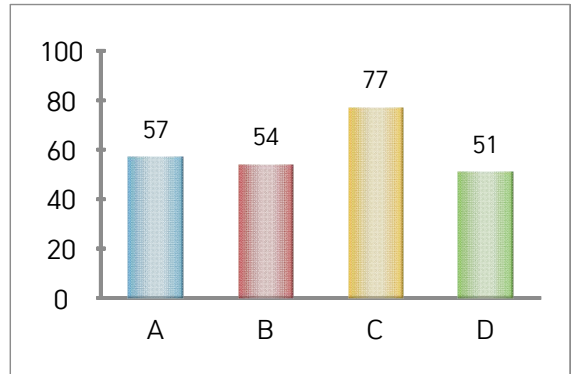


그림 10. 잘못 인식된 문장에 대한 수정된 문장 목록

구현한 시스템의 성능을 평가하기 위해 온라인 쇼핑몰인 11번가[13]에서 자주 사용되는 상품 검색 문장에서 상품 특징 문장 100개를 무작위로 추출하였다. 실험은 수집한 상품 특징 문장의 어휘를 수정하였을 때, 시스템이 제안한 대체 어휘 목록 상위 3위 안에 수정하기 전 어휘가 있는지 검사하는 방법으로 진행했다. 실험 1에서 A와 B는 주제어에 하나의 음절을 변경하였고, 시험 C와 D는 서술어의 하나의 음절을 변경하였다. A와 C는 어휘의 길이를 유지하고 음절만 변경하였으며, B와 D는 어휘의 길이도 변경하였다. 그림 11은 실험 1의 결과를 보여준다. 어휘의 길이를 유지하고 음절 하나만 수정한 A와 C의 경우 100개 중에 각각 97개와 92개가 시스템이 제시한 대체 어휘 목록에 수정하기 전 어휘가 포함되어 있었다. 어휘의 길이를 변경한 B와 D의 경우는 100개 중에 각각 78개와 80개가 시스템이 제시한 대체 어휘 목록에 수정하기 전 어휘가 포함되어 있었다.



실험 2는 실험 1과 같은 방법으로 하되, 어휘를 다른 어휘로 수정하였다. 이때 수정하는 어휘는 기존 어휘와 전혀 관계없는 어휘를 선택하였다. 그림 12는 실험 2의 결과를 보여준다.



실험 1과 실험 2를 비교하였을 때, 어휘 전체가 바뀐 경우, 음절 하나가 바뀐 경우에 비해 낮은 정확도를 보인다. 특히 주제어의 경우 서술어보다 다양한 어휘가 존재하기 때문에 서술어에 대한 실험인 C와 D보다 낮은 정확도를 보여준다. 또한, 주제어의 어휘를 전부 바꾼 경우는 어휘의 길이를 유지한 것과 유지하지 않은 것이 큰 차이를 보지 못했다.

두 번의 실험을 통해서 상품 특징 문장에서 음절 단위로 잘못 인식되었을 경우와 어휘단위로 잘못 인식되었을 경우를 비교하였다. 음절 단위로 잘못 인식되었을 경우는 평균 86.75%의 정확도를 보였고, 어휘 단위로 잘못 인식되었을 경우는 평균 59.75%의 정확도를 보였다. 실험 2의 정확도가 실험 1보다 상대적으로 낮게 검사되었지만, 음성인식의 보편적인 오류는 어휘의 음절이 전부 잘못 인식되는 경우보다 음절단위로 잘못 인식되는 경우가 많기 때문에 제안하는 시스템은 충분히 활용 가능할 것으로 생각된다.

5. 결론

본 논문에서는 상품 어휘 관계 사전을 이용해 음성인식을 통한 상품검색을 보조하는 시스템을 구현하였다. 키보드나 터치를 통해 긴 문장을 입력하는데 어려움을 겪는 지체 장애인들에게 음성인식과 간단한 입력만으로도 자신이 검색하고자 하는 문장을 만들 수 있게 하였다. 어휘 관계 사전의 범위를 넓힌다면 다른 검색 시스템이나 검색엔진에도 적용할 수 있으므로 키보드나 터치와 같은 입력이 불편

한 장애인들에게 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

[13] 11번가, <http://www.11st.co.kr>

참 고 문 헌

[1] 이근민, 이진현, “장애인 컴퓨터 대체접근의 현황, 전망 그리고 활성화 방안에 대한 연구” 한국 HCI학회 학술대회, 제2006권, 제2호, 한국HCI학회, p.2406-2435, 2006

[2] 이진현, 최미나, 임성빈, 이근민, “뇌병변장애인의 일상생활을 위한 맞춤형 보조기구의 설계·제작·적용 사례 연구”, 한국재활복지공학회 논문지, 제 4권, 제1호, (사)한국재활복지공학회, pp.81-86, 2010

[3] 장운현, 홍원기, 김창걸, 송병섭, “스마트기기를 이용한 컴퓨터 대체접근 마우스 개발”, 한국재활복지공학회 논문지, 제 8권, 제1호, (사)한국재활복지공학회, pp47-55, 2014

[4] 김영진, 김은주, 김명원, “모바일 기기를 위한 음성인식의 사용자 적응형 후처리”, 한국정보과학회, vol 13, no.5, pp.338-342, 2007

[5] 김원구, “음성 인식을 위한 후처리에 관한 연구”, 한국지능시스템학회 학술발표논문집, vol 18, no.1, pp.421-424, 2008

[6] Erik k. Ringger and James F. Allen, “A Fertility Channel Model for Post-Correction of Continuous Speech Recognition,” ICSLP'96, pp.897-900, 1996

[7] Satoshi Kaki, Eiichiro Sumita, and Hitoshi Iida, “A Method for Correction Speech Recognition Using the Statistical features of Character Co-occurrence,” COLING-ACL'98, pp.653-657, 1998

[8] Minwoo Jeong, Byeongchang Kim, and Gary Geunbae Lee, “Semantic-Oriented Error Correction forSpoken Query Processing,” ASRU'03 IEEE Workshopon, pp.156-161,2003

[9] 추교남, 우요섭, “문맥과 공통 주제의 의미 분석을 통한 다중 문서의 자동 요약”, 한국정보기술학회, vol 5, no. 2, pp.89-103, 2007

[10] 양승현 등, “시소러스와 술어 패턴을 이용한 의미역 부착 한국어 하위 범주화 사전의 구축”, 한국정보과학회, vol 6, no. 3, pp.364-372, 2000

[11] 꼬꼬마 프로젝트, <http://kkma.snu.ac.kr>

[12] 한동조, 최기호, “음성인식 후처리에서 음소 유사율을 이용한 오류보정에 관한 연구”, 한국ITS학회, vol 6, no. 3, pp.77-86, 2007



문 규 진

2013년 2월 인천대학교 정보통신공학과 학사 졸업
 2015년 2월 인천대학교 대학원 석사과정 졸업 예정

관심분야 : 정보통신공학, 컴퓨터공학



우 요 섭

1988년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 석사졸업
 1992년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 박사졸업
 1992년 - 현재 인천대학교 정보통신공학과 교수

관심분야 : 정보통신공학, 컴퓨터공학