

# 구문형태소 단위를 이용한 음성 인식의 후처리 모델

## (A Model for Post-processing of Speech Recognition Using Syntactic Unit of Morphemes)

양 승 원\*      황 이 규\*\*  
(Seung-Weon Yang    Yi-Gyu Hwang)

**요약** 한국어 연속 음성 인식결과의 성능향상을 위해서 자연어 처리 기술을 이용한 후처리 기법이 사용된다. 그러나 자연어 처리 기법이 대부분 띄어쓰기가 있는 정형화된 입력 문장에 대한 분석을 수행하여 왔기 때문에 형태소 분석기를 직접 음성인식 결과의 향상에 사용하는 데에는 어려운 점이 많다. 본 논문에서는 띄어쓰기를 고려하지 않는 기능이 기반의 최장일치 형태소 해석 방법인 구문 형태소 단위의 분석을 이용한 음성인식 결과의 향상 모델을 제안한다. 제안된 모델을 통해 연속음성 인식 결과에서 자주 발생하는 용언과 보조 용언 및 의존 명사 사이의 음운들 사이의 구조적 정보를 활용함으로써 음성 인식 결과의 성능을 향상시키는 방법에 대해 기술한다.

**Abstract** There are many researches on post-processing methods for the Korean continuous speech recognition enhancement using natural language processing techniques. It is very difficult to use a formal morphological analyzer for improving the speech recognition because the analysis technique of natural language processing is mainly for formal written languages. In this paper, we propose a speech recognition enhancement model using syntactic unit of morphemes. This approach uses the functional word level longest match which does not consider spacing words. We describe the post-processing mechanism for the improving speech recognition by using proposed model which uses the relationship of phonological structure information between predicates and auxiliary predicates or bound nouns that are frequently occurred in Korean sentences.

### 1. 서 론

발화 음성은 어절간의 경계가 모호하고, 발화되는 단어들에 연속적으로 받음되므로 각 음소가 주변 음소에 영향을 끼치는 음운적 변화가 많아 음성인식을 어렵게 한다[1]. 따라서, 음성인식 결과의 성능 향상을 위하여 자연어 처리의 형태소 분석 기법을 활용하는 경우가 많다[1, 2, 3, 5, 8]. 형태소 분석 기법을 이용하면 음성의 신호처리에서 얻어진 문자열에 대하여 불필요한 음성 인식 후보나, 잘못된 음성 인식의 결과를 제거할 수 있기 때문에 음성인식의 질을 높일 수 있는 방법으로 알려져 있다[2, 3, 4].

그러나 인식 문자열은 조음현상에 의한 음운변이현상을 포함하고 있어서, 자연어 처리에서 다루어 온 형태소 단위와는 직접 일치하지 않는다.

자연어 처리에서 이용하는 형태소 분석기는 띄어쓰기 정보를 활용하는 문어체 문장에 적합한 구조를 가지고 있으며, 음성 인식의 결과는 발화된 문장을 소리나는 대로 잘라낸 단위로 생성되므로, 생성된 음성인식 결과에 전통적인 형태소 분석 방법을 적용하기 전에 다음 두 가지 방법 중 하나가 선행되어야 한다.

- 인식 문자열에서 음운변이규칙을 적용하여 원형을 복원한 후에 형태소 분석을 위한 입력자료로 사용하는 방법
  - 음운변이현상을 반영한 새로운 사전을 구축하여 형태소 분석을 하는 방법
- 첫 번째 방법은, 인식 문자열에서 조음현상을 제거하기

† 본 논문은 우석대학교의 연구비 지원을 받아 연구됨.

\* 우석대학교 정보통신컴퓨터공학부 부교수

\*\* 한국전자통신연구원 선임연구원

위해서 음운변이에 대한 많은 형태소 복원 규칙이 적용되기 때문에 형태소 분석에 대한 입력의 수가 증가한다. 음운변이현상은 일반적으로 모든 음절의 모든 자소에서 발생하므로 인식문자열이 길어지면 그 입력의 수는 크게 증가한다. 형태소 분석에 대한 입력의 수가 많아지면, 형태소 분석의 효율이 저하되어 음성인식의 성능이 떨어지므로 효율적인 해결방안이 될 수 없다.

두 번째 방법은 음운변이현상을 모두 사전에 수록하는 방법으로, 사전을 만드는 작업이 어려울 뿐만 아니라 사전에 포함된 모든 단어에 대한 음운변이현상을 반영하는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서 음운변이현상을 완전히 반영하는 전자사전을 만드는 것은 불가능하다[5].

본 논문에서는 구문 형태소 단위의 모델[6]을 사용한 음성인식 후처리 과정을 통해 음성인식의 결과를 향상시키는 방법을 제안한다. 이 논문에서 제안하는 방법은 음성 인식 결과의 원형 복원을 위해 자연어 처리에서 연구되어온 형태소 복원 규칙을 이용한다. 음성 인식의 원형 복원 문제에서 어려운 부분은 명사와 조사의 결합 부분이 아니라, 활용이 빈번한 용언 부분에서 발생하며, 용언과 의존 명사, 어미들 사이의 활용에 대한 모든 가능한 결과를 규칙으로 작성하거나 사전에 저장하는 것은 불가능하다. 따라서, 용언구를 인식하는 구문 형태소 단위의 인식 오토마타를 음운 변이 현상에 따라 음성을 인식하는 오토마타로 확장함으로써 음성 인식 결과를 정련하는 모델이다. 이는 음성 인식결과를 개선하기 위한 형태소 복원 규칙이 포함된 오토마타를 구성함으로써 가능하다.

이 모델의 장점은 모든 음성 인식 후보에 대해 형태소 복원 규칙을 적용함으로써 발생하는 형태소 분석 후보를 크게 줄일 수 있으며, 문장에서 높은 빈도로 발생하는 기능어 결합 유형에서 파생되는 모호성 때문에 나타나는 형태소 복원 후보를 크게 줄여, 음성인식 후처리 부분의 성능을 개선할 수 있다.

## 2. 음성인식 후처리 시스템

본 논문에서는 음성 인식의 결과를 모호성이 있는 신호 처리 결과로 보고, 후처리 과정을 통해 모호성을 해소하는 음성인식 시스템을 가정한다. 음성인식 결과는 음성 신호의 특성과 발화하는 인간의 다양한 음성신호로 인해 필연적으로 많은 모호성이 발생한다.

초창기, 대부분의 연구에서 음절 간의 결합 특성을 이용한 바이그램과 트라이그램 정보를 이용하여 음성 인식의 질을 높이는 기법이 활발히 연구되어 왔다. 그러나, 이러한 정보를 활용하여도 제거되지 않은 많은 모호성들이 음성인식의 결과에 포함되어 있어, 이들을 해소하기

위해 자연어 처리 기법을 도입하였다. 즉, 언어에 대한 이해 없이 음성을 인식하는 데에 많은 한계를 느끼게 되었다. 연속 음성 인식의 결과의 성능향상을 위한 연구들을 살펴보면 [2]에서는 다이폰 인식기를 기반으로 형태소 분석 결과를 출력하는 방법을 제시하였고, [3]은 형태소 그래프를 정의하여 형태 접속과 음운 접속을 이용하여 음성인식에 자연어 처리 기법을 도입하는 방법에 관한 연구, [4]와 [7]에서는 한 음소에 대한 여러 음성 인식 후보에 대해 어절간의 접속을 위한 확장된 접속검사, 음운변동을 고려한 사전을 이용한 방법을 선보였다. 또한, [8]에서는 어절 생성기와 음절 복원기, 교정기를 활용하여 성능 향상을 하는 방법을 보였고, [1]과 [9]에서는 음절 복원 규칙을 이용한 음성 인식 후처리 기법을 보였다.

이들 이외에 문법 기반의 음성인식 시스템도 있었는데, 이들은 대부분 CFG형태의 문법을 이용하여 내용어의 나열을 인식하고 있다. 이들은 단순한 어휘 목록을 인식하는 것이 아니라 여러 개의 어휘로 된 문장들을 인식하기 때문에 어휘와 어휘 사이의 음운 현상을 처리하는 부분이 인식기 내부에 필요하다. 이는 경계의 음소들을 제대로 인식하지 못해 인식을 저하를 막기 위해서이다[10]. 아래는 어휘와 어휘 사이의 음운현상을 나타낸 예이다.

"할" "것을" -> [할] [꺼슬]

"꽃" "한" "송이" -> [꼬] [탄] [송이]

"밥" "먹는다" -> [밤] [멍는다]

"채글 낫는다"와 같은 음성 인식 결과에서, 처음 어절인 '채글'과 '낫는다'는 각각 '책글'과 '넣는다'가 음운변이 현상에 의해서 변형된 문자열들이다. '채글'과 같은 어휘를 음운 변이 사전에 저장하고, 음성 인식 결과로 나타난 '채글'에 대해 '책+글'로 복원한 후, 형태소 분석과 같은 검증 과정을 통해 올바른 인식 결과로 가정할 수 있다. 그러나 모든 변이 어휘를 사전에 저장하는 것은 불가능하다.

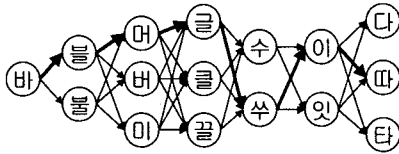
[표 1] 음운 변이 사전의 예.

어휘	복원 결과
채글	책+글
채기	책+이
채근	책+은

또 다른 인식 방법으로, 음운변이 규칙을 이용한 형태소 복원과정을 통한 방법이 있다. '채글'을 음운변이규칙을 적용하면 '채글', '책글', '책글', '책글', '책글', '책글' 등의 후보가 생성된다. 이러한 후보에 대해 사전 탐색 과정과 형태소 분석 과정을 통해 올바른 음성 인식 후처리

결과를 만들어 낸다. 하지만 불필요한 사전 탐색과정으로 인한 후처리 비용이 증가하게 된다.

그러나 대부분의 음성 인식 시스템이 “채클 넘는다”와 같이 하나의 후보를 만들어 내지는 않는다. 일반적인 음성인식 결과는 어절내의 음소끼리의 결합, 어절과 어절 사이의 결합 등으로 인해 매우 다양한 음성 인식 후보를 생성해 낸다. 예를 들어, 문장 “밥을 먹을 수 있다”의 가능한 음성 인식 결과 후보를 나열해 보면 [그림 1]과 같다.



[그림 1] “밥을 먹을 수 있다”의 가능한 음성 인식 결과

이중에서 “바블 머글쑤이따”를 나타내는 경로가 입력 음성에 대한 가장 올바른 형태소 분석 후보가 되는 것이다. 이 음성을 바탕으로 원형 복원과 사전 탐색 등을 통해 “밥을 먹을 수 있다”라는 문장을 생성해 낸다.

본 논문에서는 음성인식의 결과로 나타나는 많은 불필요한 후보를 제거하기 위해 형태소 분석 과정에서 발생하는 모호성 처리 방법을 채택한다. 우리가 사용하는 기본 알고리즘은 띄어쓰기를 배제한 상황에서도 형태소 분석이 가능한 방법으로, 트라이 사전을 기반으로 형태소의 최장일치 알고리즘[5]이다.

### 3. 구문단위 형태소

관용구(idiom)는 각 낱개의 단어 의미의 결합과 다른 특별한 의미를 지니는 단어들의 연결로서, 대개 문자 그대로 다른 언어로 번역하면 그 특별한 의미를 잃는 것을 말한다[11]. 예를 들어, “kick the bucket”의 의미는 ‘kick’과 ‘bucket’의 의미의 합이 아니라 전혀 새로운 의미인 ‘die’로 나타낸다.

관용구를 구성 요소 사이의 의미적 긴밀도와 어휘화된 정도에 따라 분류한 연구[12]에 따르면, 어휘화된 정도가 가장 높고 내적구성에 있어서도 여러 가지 특성을 보이는 것을 숙어라 하고, 그 외의 것을 통사적으로 공기하는 것을 형태적 언어로 분류하였다. 이에 의하면, “파리를 날리다”나 “비행기를 태우다”와 같은 문장은 숙어이고, “절대로 아니다”나 “설마 르까” 등은 통사적 언어, 그리고, “-에 대해”나 “-리 수 있다” 등은 형태적 언어로 구분할 수 있다.

숙어나 통사적 언어는 그 자체가 내용어이기 때문에 다른 용언과 결합하여 새로운 용례를 만들 수 없는 닫힌 집합이라면, 형태적 언어는 기능어이며, 다양한 용언과 결합하여 새로운 용례를 만들 수 있는 열린 집합이다. 예를 들어, “파리를 날리다”와 같은 숙어는 그 자체로 의미를 가지며 다른 단어와 결합하는 새로운 생성능력이 없는 반면, “-리 수 있다”같은 형태적 언어는 그 앞에 많은 용언이 결합하여 새로운 문장을 생성할 수 있다. 우리는 이 형태적 언어를 구문 형태소로 정의하고 구문 형태소 단위의 음성 인식 후처리 과정에 대해 설명한다.

본 논문의 모델은 기능형태소의 의미적 최장일치 모델에 기반하고 있다. 한국어나 일본어와 같은 굴절어에서 많은 빈도로 발생하는 양상류가 기능형태소에 속하는데, 이러한 양상류는 조동사(auxiliary verb)의 역할을 하고 있다.

#### 3.1 양상류 자질

양상이란 어떤 사건이나 행동, 상태에 대한 화자의 태도를 표현한다. 양상 자질은 문장에서 상, 법, 양상이나 부정을 나타내는 조동사들을 통칭한다. 이들은 문장에서 용언에 가능(ability), 의지(will), 허락(permission), 추측(guess), 겸양(modesty), 당위(rightful), 시인(approval) 등의 의미를 부가한다.

영어의 경우 통상 조동사를 가리키는데, 본동사와 함께 사용되어 본동사가 나타내는 행위나 상태에 대해 화자가 갖는 여러 가지 심적 태도 등을 나타내며, can, may, must, shall, will, could, might, should, would, ought 등이 있다.

한국어 술부에서 나타나는 양상류에 관한 정보는 보조 용언과 어말 어미 사이에 나타나며 존칭, 시제, 겸양, 회상, 추측 등의 순서로 나타난다. 또한 보조 용언의 경우 피동, 사동, 진행, 종결, 봉사, 보유, 강세, 부정, 시행, 짐작, 당위, 시인, 희망, 상태, 추측 등과 같은 의미를 가진다.

#### 3.2 구문 형태소

구문형태소는 여러 기능형태소들이 결합하여 하나의 구문/의미적 단위를 형성하는 형태소 열을 말한다. 한국어에서 구문형태소로 정의할 만한 기능 형태소의 결합으로 크게 두 가지가 있다. 기능형태소들이 결합하여 하나의 양상 자질을 나타내는 경우와 기능형태소와 용언이 결합하여 하나의 심층격 조사역할을 하는 형태소열이 그것이다. 양상은 구문 분석 단계에서 구구조 규칙에 의해 용언에 대한 부가 자질의 형태로 표현될 수 있고, 의미 분석 단계에서 여러 지식을 이용하여 인식된 구구조를 하나의 의미 자질로 나타낼 수 있다. 또한 심층격 조사

상당 형태소 열(조사는 아니지만 조사처럼 취급되는 문장 단위)은 구구조 관점에서 볼 때, 주어진 문장의 정확한 문법적 구조를 파악하는 데에 도움이 되지만 의미 분석을 어렵게 한다. 이런 양상 자질이나 조사 상당 어구를 구문 형태소 단위로 구문 분석 전에 인식하면 형태소의 모호성 축소와 구문 분석의 과정 및 음성 인식 후처리 과정을 단순화시킬 수 있다.

### 3.3 구문 형태소의 종류

#### 3.3.1 보조용언에 의한 구문 형태소

한국어에서 용언의 뒤에 보조적 연결어미를 매개로 선행 용언에 속성을 첨가하는 또 다른 용언이 나타날 수 있는데 이를 보조용언이라고 한다. 보조용언은 구문적 역할을 수행하지 않고 선행하는 용언에 단순히 양상 정보만 부가한다. 따라서 이러한 보조용언을 본용언의 한 부분으로 포함시켜 형태론적 모호성을 줄일 수 있다. 예를 들어, “먹어 보았다”에서 ‘보았다’가 선행하는 ‘먹다’에 ‘시도’라는 양상 정보만 제공하는 것을 알 수 있다. 따라서 “먹[시도]+았+다”는 하나의 어절로 취급할 수 있다 [13]. 또한 선어말 어미가 나타내는 시제, 높임, 공손 등도 양상의 의미를 나타내며, 어말어미가 나타내는 평서, 감탄, 의문, 명령, 청유, 연결, 전성 등도 용언 먹에 양상의 의미를 첨가하므로 이 예문의 어절 분석 결과는 “먹[시도, 과거, 평서]”와 같이 나타낼 수 있다.

다음에 보조용언의 형태 및 보조용언이 선행 용언에 어떠한 양상 자질을 추가해 주어야 하는지 나타나 있다. Type 1 형태는 구문 구조에 어떠한 영향도 미치지 않고 용언에 양상 의미만 추가한다).

**Type 1** : p1 ecx [jxc] px + e+ |

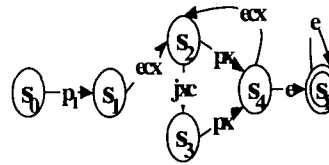
- 예2) 먹/pvg+고/ecx 싹/px+다/ef
- 먹/pvg+어/ecx+는/jxc 보/px+다/ef
- 먹/pvg+어/ecx 보/px+고/ecx+도/jxc 싹/px+다/ef

[표 2]는 Type 1형 구문 형태소가 결합하여 선행 용언에 어떠한 양상 자질을 포함하여야 하는지를 나타내며, [그림 2]에서는 Type 1형의 구문 형태소를 인식하기 위한 오토마타를 표현하였다.

[표 2] Type 1형 구문 형태소

- 1) p1은 px를 제외한 용언, e는 어미를 나타냄. 나머지 품사 기호는 KIBS[15]의 품사 체계를 이용하였음.
- 2) 한 단어에 대한 형태소 분석 결과는 “형태소/품사”로 표현되며, 단어가 두 개 이상의 형태소로 구성될 때는 ‘+’로 형태소 단위를 나누어 표현한다. 단어와 단어 사이는 공백으로 표현하며, 각 단어의 결합으로 한 문장에 대한 분석 결과를 표현한다.

구문형태소	양상 자질
-어 보-	시도
-고 싶-	희망
-어야 하-	당위
-려고 하-	의도
-어 버리-	완료



[그림 2] Type 1형 구문형태소 인식을 위한 오토마타

[표 3]에서는 실제 코퍼스에서 추출된 Type 1형 구문 형태소의 일부를 정리하였다.

[표 3] Type 1형 구문 형태소의 일부

(-o/-어) 지다, (-게) 되다, (-게) 하다, (-게) 만들다, (-o/-어) 가다, (-o/-어) 오다, (-고) 있다, (-고) 계시다, (-o/-어) 내다, (-o/-어) 두다, (-o/-어) 놓다, (-고) 싶다, (-o/-어) 있다, (-o/-어) 계시다, (-는가/-는가/는) 보다, ...
--

Type 1형 구문형태소는 선행하는 용언의 어간과 통합되어 하나의 단위로 인식된다. 이러한 양상 정보는 자질의 형태로 표현된다. 예를 들어 “먹고 있다”의 구문 분석 전의 결과는 “먹/pvg[진행, 평서]”이다. 즉, ‘진행’의 양상 자질과 평서형 종결어미가 용언 ‘먹-’과 결합하여 하나의 구문형태소를 이루고 있는 것이다.

#### 3.3.2 의존 명사에 기반한 구문 형태소

의존 명사란 명사의 성격을 띠고 있으면서도 그 의미가 형식적이어서 제 홀로 쓰이지 못하고 반드시 관형어의 도움을 받아야만 온전하게 쓰이는 명사를 말한다. 한국어 문장에서는 의존 명사가 용언과 결합하는 경우가 빈번하다[6]. 이러한 문장에서, 의존명사는 구문 분석 트리의 문장 구조와 관련이 없고, 선행하는 용언에 양상 정보만을 추가할 뿐이다. 이와 같은 문장을 단순히 분석적으로 분석하는 것은 여러 가지 형태론적 모호성을 야기하는데, 이러한 형태소 열의 구조는 다음과 같다.

**Type 2** : p1 etm nbn+ [j] p1 | jp e+

- 예) 먹/pvg+을/etm 수/nbn 있/paa+다/ef
- 먹/pvg+을/etm 리/nbn+도/jxc 싹/paa+다/ef

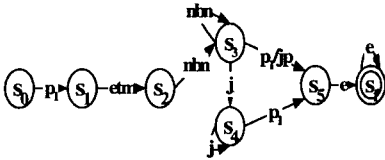
**Type 2'** : p1 etm nbn jp e+

- 예) 먹/pvg+을/etm 터/nbn 이/jp+다/ef
- 먹/pvg+을/etm 모양/nbn+이/jp+다/ef

[표 4]는 Type 2형과 2'형 구문 형태소가 결합하여 선행 용언 p1에 어떠한 양상 자질을 포함하여야 하는지를 나타내고 [그림 3]은 Type 2, 2'형 구문 형태소 인식하기 위한 오토마타를 표현했다.

[표 4] Type 2형 구문 형태소

구문형태소	양상 자질
-ㄹ수(도) 있-	가능
-ㄹ 것이-	희망
-ㄹ 수 밖에 없-	필연
-ㄹ 뿐이-	결론
-ㄹ리 없-	부정



[그림 3] Type 2, 2'형 구문형태소 인식을 위한 오토마타

[표 5]에서는 실제 코퍼스에서 추출된 Type 2, 2'형 구문 형태소의 일부를 소개하였다.

[표 5] Type 2형 구문 형태소의 일부

(-ㄹ/는) 경우가 많다/있다/흔하다, (-ㄹ/는) 바(가/도) 있다/없다, (-ㄹ/는) 바에 따르면, (-ㄹ/는) 셈이다, (-ㄹ/는) 수가 많다/있다, (-ㄹ/는) 적(도/은/이) 있다/없다, (-ㄹ/는) 줄(도/은) 몰랐다/알았다, (-ㄹ/은) 편이다, (-ㄹ/을) 리(가)는 없다, (-ㄹ/을) 만(은) 하다, (-ㄹ/을) 터이다, ...

Type 2, 2'형 구문 형태소는 선행하는 용언의 어간과 통합되어 하나의 단위로 인식된다. 이러한 양상 정보도 Type 1형과 마찬가지로 양상 자질의 형태로 표현한다. 우리의 방법에서는 “먹을 수 있다”에 대한 형태소 분석 결과는 “먹/pvg[가능, 평서]”이다. 즉 ‘가능’의 양상 자질과 평서형 종결어미가 용언 ‘먹-’과 결합하여 하나의 구문 형태소를 이룬다.

#### 4. 구문단위 형태소의 음성언어로의 확장

##### 4.1 음성인식을 위한 구문 형태소 모델

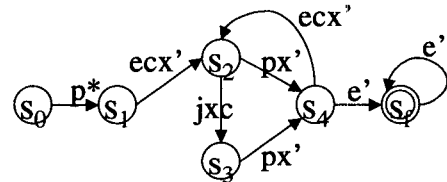
3장에서 구문형태소 단위의 Type 1형과 Type 2형을 살펴보았다. 이들은 문어체 기반의 문장에서 발생하는 형태소 열들을 위한 분석 모델이어서 음성인식의 결과로

생성되는 문장 안에 포함된 경음화나 격음화, 음운 변이 등의 다양한 활용을 수용하기에는 부족하다. 구문 형태소 단위의 인식 모델을 통해 형태소 분석의 품사 모호성이나 스펠링 오류를 부분적으로 복원할 수는 있지만 음성 인식의 후처리를 위해서는 새로운 인식 모델이 요구된다. 이러한 문제점들은 3장의 구문 형태소 단위의 인식 모델과 동일한 인식 오토마타를 활용하여 음성 인식에서 발생하는 음운 변화를 수용하도록 확장함으로써 해결될 수 있다. 실제 문장에서 나타나는 음성 인식의 결과 중에서 구문 형태소 Type 1형에 속하는 것들은 다음과 같다.

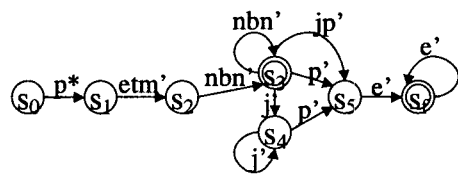
[표 6] 음성인식된 Type 1형 구문 형태소의 예

먹고 싹따, 먹개/머개 하다, 먹개/머개 만든다. 먹고/머고 이따, 먹꼬/머꼬 말다. 머거 두다, 머거야 하다, 머거 버리다, 먹찌 말다. 머거 보이다. 머거 보다, 멍는가 보다, ...

Type 1형 및 2형 구문 형태소 인식 오토마타를 음성 인식의 결과를 대상으로 하는 응용에 이용하기 위한 오토마타는 다음과 같다.



[그림 4] Type 2형 구문 형태소를 위한 음성 인식 오토마타



[그림 5] Type 2형 구문 형태소를 위한 음성 인식 오토마타

[그림 4]와 [그림 5]에서 사용된 기호는 [그림 2]와 [그림 3]에서 변형된 것인데, 이들에 대한 새로운 정의 규칙은 다음과 같다.

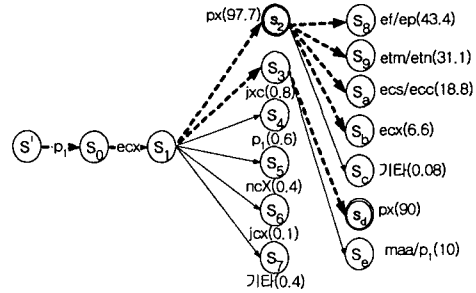
Type 1형 오토마타의 기호<sup>3)</sup>

3) “-다”의 경음화된 표현은 “-따”이며, “-게”의 격음화된 표현은 “-케”, “-싹”의 중성 대표음화된 표현은 “-싹”을 나타낸다.

$p^*$  : 어근 - 중성 + 'ㅇ' 어근 - 중성 | 어근  
 $ecx'$  : 선행 어근의 중성 +  $ecx$  | 경음화된  $ecx$   
 $px'$  : 중성 대표음화된  $px$  |  $px$  - 중성 |  $px$   
 $e'$  : 경음화된  $e$  | 격음화된  $e$  |  $e$

**Type 2형 오토마타의 기호**

$p^*$  : 어근 - 중성 | 어근  
 $p'$  :  $p^*$  | 중성 대표음화된  $p^*$  |  $p$   
 $etm'$  : 선행 어근의 중성 +  $etm$  | 선행 어근 +  $etm$   
 $nbn'$  :  $nbn$  | 경음화된  $nbn$  |  $nbn$  - 중성  
 $jp'$  :  $jp$  - 중성 |  $jp$  | 선행  $nbn$ 의 중성 +  $jp$   
 $e'$  :  $e$  | 경음화된  $e$  | 격음화된  $e$



[그림 6] <pl ecx>에 후행하는 4-gram 품사열

[그림 5]를 이용하면 [표 7]과 같은 형태를 유일한 후보로 인식할 수 있다. 또한, 인식하는 과정에서 형태소 복원이 가능하다.

[표 7] 음성 인식된 Type 2형 구문 형태소의 예

머글 쑤 이따. 머글 꺼시다. 머글 쑤 바께 업따. 머글 뿌니다. 머글리 업따. 멩는 경우가 만타. 멩는 세미다. 멩는 수가 만타. 머근저기 업따, 머근 줄도 몰랏따, 머근줄 알앗따. 멩는 퍼니다. 머글 쑤만 아니라, 머글뿌니다. 머글쑤 알다, 머글쑤 모르다, 머글 지경에 이르다. 머글 터이다. ...

예를 들어, “머글 쑤 이따”를 위한 음성인식 과정을 [그림 5]의 오토마타를 통해 살펴 보면 [S0S1S2S3S4S5S6]의 상태 전이를 가지며 각 상태별 인식 어휘는 다음과 같다.

- 머(v): 동사어근 “먹” - 중성
- 글(etm): 선행어미의 중성 “ㄱ” + 관형형 어미 “르”
- 쑤(nbn): 경음화된 “수”
- 이(jp): 서술격 조사 “이”
- 따(e): 경음화된 “다”

[그림 4] 및 [그림 5]와 아래의 규칙을 반대로 적용하면 [그림 2] 및 [그림 3]의 결과를 생성할 수 있다. 이는 음성 인식 및 철자 오류 보정과 같은 응용에서 [그림 2] 및 [그림 3]의 모델을 기본으로 하고, 각 응용의 음운 변화나 오류에 따르는 변화 규칙만을 추가함으로써, 구문 형태소 모델이 다양한 응용에 이용되어 언어처리 성능의 향상을 가져올 수 있음을 의미한다.

**4.2 구문 형태소의 분포**

구문 형태소의 인식 과정에서 중요한 점은 구문 형태소 단위의 형태소 열이 발생하는 문맥이 모두 앞에서 설명한 형태로 모두 수렴되는지의 여부이다. 국어정보베이스[14]의 품사 태깅된 20만 어절을 분석한 결과, 구문 형태소와 관련된 어절의 분석 결과는 다음과 같다.

[그림 6]은 <pl ecx px>나 <pl ecx jxc> 이후에 나타나는 품사들의 전이 확률을 보여주고 있다. 품사에 나타난 숫자는 전이확률을 표시한 것이다. 점선으로 표시한 부분이 Type1 형 구문 형태소의 인식 범위에 포함되는 것으로 이것이 오토마타의 정확성을 설명한다. 실선은 실제 코퍼스의 분석에서 나타나는 전이과정이지만 분석오류인 경우를 나타내는 것이다. 예를 들어, “민/pvg+지/ecx+를/jco”는 “민/pvg+지를/ecx”에 대한 잘못된 분석의 예이며, 실제로 차지하는 비중이 매우 낮았다.

**5. 결론 및 향후 연구 방향**

본 논문에서는 구문 형태소 단위의 음성 인식 후처리 과정을 통한 성능 개선 모델을 제안하였다. 제안된 모델은 문어체 문장에서 자주 발생하고 생성력이 높은 양상 및 의사 조사와 같은 형식 형태소가 결합된 복합어절의 인식 모델을 이용하여 음성 인식이나 철자 검사기와 같은 음운 변화로 인해 음운 복원이나 오류 수정이 필요한 언어처리 모델에 구문 형태소 단위의 언어처리 모델을 적용함으로써 시스템의 성능 향상을 얻을 수 있는 언어처리 모델이다. 향후 연구 과제로는 제안된 모델을 구현하여 대용량의 음성 인식 결과에 적용함으로써 제안된 모델의 성능을 평가한 다음, 이를 통해 제안된 모델을 개선해야 할 것이다.

**참 고 문 헌**

[1] 박미성, 김미진, 김계성, 이은희, 최재혁, 이상조, “연속 음성 인식 후처리를 위한 음절 복원 rule-base 시스템과 형태소 분석 기법의 적용”, 대한전자공학회 논문지 제36권 C편 3호, pp. 47-56, 1999.

[2] 김경희, 이근배, 이종혁, "한국어 음성언어 처리를 위한 음소 단위 인식과 형태소 분석의 결합", 정보과학회 논문지(B), 제 22권 10호, pp.1488-1498, 1995.

[3] 김병창, 이원일, 이근배, 이종혁, 이영직, "형태소 그래프를 이용한 한국어 연속음성인식과 형태소 분석의 통합", 한국정보과학회 '96 가을 학술발표논문집, pp.549-552, 1996

[4] 이원일, 이근배, 이종혁, "한국어 음성인식 결과의 선인적 형태소 분석", 제6회 한글 및 한국어 정보처리 학술대회, pp.322-325, 1994.

[5] 이근용, 한국어 음성인식 후처리를 위한 음운-형태소 분석기, 전북대학교 전산통계학과 석사학위 논문, 1997.

[6] 황이규, 이현영, 이용석, "형태소 및 구문 모호성 축소를 위한 구문단위 형태소의 이용", 한국 정보과학회 논문지(B), Vol. 27, No. 7, pp.784-793, 2000.

[7] 정민화, "한국어 연속음성인식을 위한 자연어처리 기술의 적용방법", 98 지능기술 튜토리얼, pp.27-55, 1998.

[8] 박미성, 김미진, 김계성, 최재혁, 이상조, "형태소 분석 기법을 이용한 음성 인식 후처리", 대한 전자공학회 논문지 제36권 C편 4호, pp.65-77, 1999.

[9] 서상현, 한글 음운규칙에 기반한 음절 복원기 구현, 경북대학교 전자공학과 석사학위논문, 1997.

[10] 이원일, "음성 인식과 합성에서의 한국어 언어처리", 한국정보과학회지 제19권 제 10호, pp.40-45, 2001.

[11] 이정민, 배영남, 언어학사전, 박영사, 1993.

[12] 이희자, "현대 국어 관용구의 결합 관계 고찰", 6회 한글 및 한국어 정보처리 학술대회, pp.333-352, 1994.

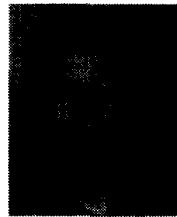
[13] 안미정, 옥철영, "한국어 구문 구조 분석을 위한 복수동사 처리", 21회 정보과학회 추계 학술발표 논문집, 제 21권, 2호, pp.625-628, 1994.

[14] KIBS, KIBS : Korean Information Base System, <http://kibs.kaist.ac.kr/>



#### 양 승 원(Yang, Seung-weon)

1995년 전북대학교 전자계산학과 박사  
현재 우석대학교 정보통신컴퓨터  
공학부 부교수  
현재 우석대학교 창업지원센터장  
관심분야 : 자연언어처리, 음성언어처  
리, 정보추출



#### 황 이 규(Hwang, Yi-gyu)

2001년 전북대학교 전자계산학과 박사  
현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
관심분야 : 자연언어처리, 음성언어처  
리, 정보추출