

# 한국어 음성인식 결과의 선언적 형태소 분석

이 원일, 이 근배, 이 종혁  
포항공과대학교 전자계산학과

## Declarative Morphological Analysis of Spoken Korean Recognition Results

WonIl Lee, Geunbae Lee, Jong-Hyeok Lee  
Dept. of Computer Science, POSTECH

한국어 음성인식 결과의 형태소 분석은 한국어 문서의 분석보다 더 많은 문제점을 가지고 있다. 음성 인식의 낮은 인식률, 여러 개의 후보를 제시하는 경우의 지수적 가능성, 말하는 단위와 띄어쓰기 단위의 불일치, 형태소 안에서 그리고 형태소와 형태소 사이에서 일어나는 음운 변동등이 음성 인식 결과를 분석할 때 추가되는 문제점이다. 본 논문에서는 한 음소에 대해 여러 개의 후보를 제시하는 음성 인식 결과에 대하여, TRIE 인덱싱, 어절 간의 접속을 위한 확장된 접속 검사, 음운 변동을 고려한 사전 구성, 음운 접속 정보를 사용하는 형태소 분석 방법을 제안한다.

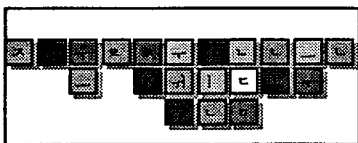
### 1. 서론

음성 인식에 대한 연구가 활발해지면서 음성 입력은 컴퓨터-사용자 인터페이스에 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 기대되고 있다. 그러나, 영어권에서와 같은 단어를 기반으로 한 음성 인식은 한국어의 어절 구조 때문에 그 응용이 제한적일 수밖에 없다. 자연스러운 한국어 문장을 음성으로 입력하기 위해서는 단어보다 작은 단위를 기반으로 하는 연속 음성 인식이 필수적이다. 본 논문에서는 각 음소에 대해 여러 개의 후보를 제시해주는 한국어 연속 음성 인식기의 출력에 대한 형태소 분석 방법을 제안한다.

음성인식의 결과는 낮은 인식률, 여러 개의 후보를 제시하는 경우의 지수적 가능성, 말하는 단위와 띄어쓰기 단위의 불일치, 형태소 안에서 그리고 형태소와 형태소 사이에서 일어나는 음운 변동 등의 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 TRIE 인덱싱, 어절 간의 접속을 위한 확장된 접속 검사, 음운 변동을 고려한 사전 구성, 음운 접속 정보 등의 선언적 정보들을 사용하는 형태소 분석 방법을 제안한다.

### 2. 한국어 음성인식 결과 분석의 문제점

본 논문에서는 [그림 1] 과 같은 형태의 음성인식 결과를 가정한다. [그림 1] 은 "지을 수 있는" 에 대한 음소 격자를 보여준다.



[그림 1. 음성 인식기의 출력]

이런 음소격자를 분석하는데는 다음과 같은 문제가 있다.

#### 1) 음성 인식기의 인식률이 낮다.

[그림 1] 에서 맞는 음소열은 /스 | ㄱㄹㅁㅁㅁ | ㄴㄴ-ㄴ/ 이지만 각 음소에 대해 가장 높은 활성값을 갖는( 가장 진하게 표시된) 후보 하나를 선택하면 60% 정도만 맞는다.

#### 2) 가능한 음소열의 갯수는 지수적으로 늘어난다.

[그림 1] 에서도 가능한 음소열의 수는  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3$  개이고 가능한 것들을 하나씩 분석하는 것은 현실적으로 불가능하다.

#### 3) 말하는 단위(언절)과 띄어쓰기 단위(어절)이 다르다.

4) 경음화, 격음화, 자음동화, 대표음화, 연음법칙 등의 음운 현상이 하나의 형태소 안에서, 형태소와 형태소 사이에서 일어난다.

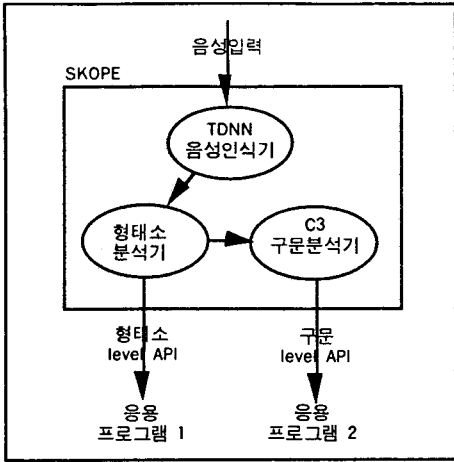
"지을 수 있는" 에서도 "ㄹ 수" --> /ㄹ ㅁㅁ/, "있는" --> /ㄴㄴ-ㄴ/ 의 음운 변동이 일어났다.

5) 한국어 문서의 분석에서 문제가 되는 불규칙활용, 축약 등이 음운 변동과 함께 일어난다.

본 논문에서는 이 문제점들에 대한 절차적 접근이 불가능함을 밝히고 선언적 해결책을 제시한다.

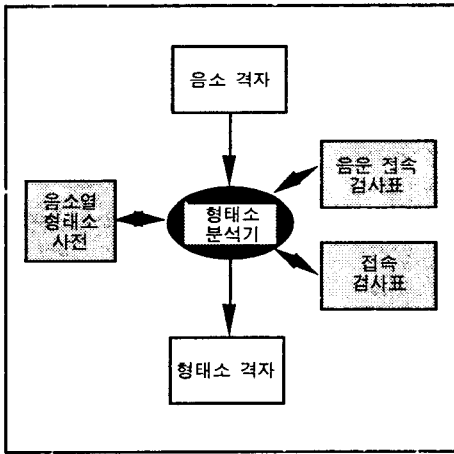
### 3. 시스템 구성

본 논문의 형태소 해석 부분은 SKOPE(Spoken Korean Processing Engine) 의 일부분이다. SKOPE는 한국어 음성 입력을 사용하려는 응용 프로그램들을 위한 음성 입력 처리기이다. 현재 SKOPE는 TDNN기반의 음성인식기[Kim94], CYK 기반의 형태소 해석기, 범주 문법과 Interactive relaxation을 이용하는 C3(Char-driven Connectionist Categorical) 구문 분석기로 구성되어 있다[i94a, Lee94a, Lee94b].



[그림 2. SKOPE 의 구조]

형태소 해석 부분은 음소열-형태소 사전, 형태소 접속 검사표, 음운 접속 검사표를 사용한다. 형태소 해석은 개선된 CYK 기반 형태소 해석의 방법[이93][김93]대로 좌에서 우로의 결합만으로 이루어 진다.

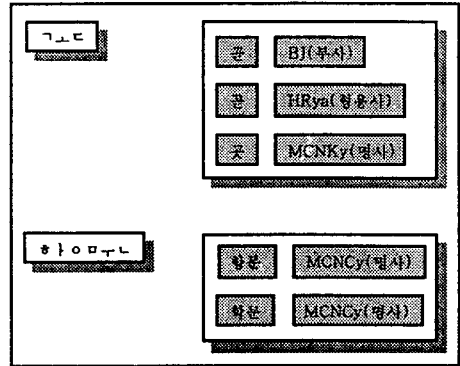


[그림 3. 형태소 해석기의 구조]

### 3.1. 음소열-형태소 사전

한국어에 존재하는 여러가지 음운 현상들이 하나의 형태소 안에서 일어나는 경우에 음소열과 형태소의 문자열은 차이를 보일 수 있다. 이런 음운 현상에 의해서 하나의 형태소가 여러 가지의 음소열로 발음될 수 있고, 하나의 음소열이 여러 형태소의 발음일 수 있다. 이런 음소열에서 형태소로의 매핑은 음소열 사전의 표제어와 그 표제어에 대한 정보로 표현된다. 예를 들어, "곧(다)"는 [곧]으로 발음되고 "곧" (부사)도 [곧]으로, "곳"도 [곧]으로 발음되는데 이것은 표제어 [곧]에 대해서 "곧(다)", "곧", "곳"을 등록하므로써 해결된다.

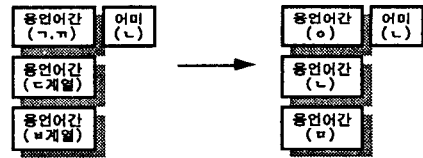
또, "학문"은 [학문]으로 발음되고 "항문"도 [학문]으로 발음되는데 이것은 표제어 [학문]에 대해서 "학문"과 "항문" 모두를 등록하면 된다 [그림 3].



[그림 4. 사전 등록의 예]

### 3.2. 음운 접속 정보

음운현상은 형태소와 형태소 사이에서도 일어난다. [그림 4]는 자음 동화의 예를 보여주는데 종성이 "ㄱ, ㅋ"인 용언 어간과 초성이 "ㄴ"인 어미가 결합되는 경우에 용언의 종성이 [ㅇ]으로 바뀌어 발음된다.



[그림 5. 음운 변동의 예]

이것을 처리하기 위해 음운 접속 정보와 음운 접속 검사표를 도입한다. 하나의 형태소에 대해서 좌, 우의 음운 접속 정보를 부여하고 그들간의 접속 검사로 음운 변이된 것과 그 조건을 체크한다. 음운 접속 정보는 한 형태소가 발음될 때 음운 현상이 있었는가와 그 음운변동을 표시한다. 예를 들어, "먹" + "는"은 /명는/으로 발음되는데 이것을 분석하기 위해서는 다음의 두가지를 사용한다.

#### (1) 사전 등록

/명/ ---->  
 먹 (규칙동사 DRye),  
 음운 변화 (없음 ㅁ | ㄱ->ㅇ)  
 /는/ ---->  
 는 (관형형 어미 mjPChn),  
 음운 변화 (없음 ㄴ | 없음 ㄴ)

#### (2) 접속 검사표

규칙동사 DR <==접속가능==> 관형형 어미 mjPC  
 음운 변화 ㄱ->ㅇ <==접속가능==> 음운 변화 없음 ㄴ

음운 변동을 처리하기 위해 이렇게 선언적으로 할 수 밖에 없는 이유는 음소열의 지수적 가능성 때문이다. 규칙을 적용하



```

-----Morpheme Lattice-----
-<[0.0] START (START(=)START) (START(-)START))>=-
-<[1.1] 구 (SCCm(=)SCCm) (P-k(-)P-wu))>=-
-<[1.1] 구 (MCNKmS(=)MCNKmS) (P-k(-)P-u))>=-
-<[1.1] 구 (G(=)G) (P-k(-)P-u))>=-
-<[1.1] 두 (GS(=)GS) (P-t(-)P-u))>=-
-<[2.2] 과일 (MCNFrS(=)MCNFrS) (P-pH(-)P-l))>=-
-<[3.3] 돌 (MCNKr(=)MCNKr) (P-t(-)P-l))>=-
-<[3.3] 돌 (-br(=)-br) (P-t(-)P-l))>=-
-<[3.3] 줄-인저- (MDMynul알(=)MDMynul알) (P-c(-)P-l))>=-
-<[3.3] 줄 (MCNKrS(=)MCNKrS) (P-c(-)P-l))>=-
-<[4.4] 의 (j=C(=)j=C) (P-ey(-)P-ey))>=-
-<[4.4] 예 (jC-C(=)jC-C) (P-ey(-)P-ey))>=-
-<[5.5] 이불 (MCNKyS(=)MCNKyS) (P-i(-)P-m))>=-
-<[6.6] 읍 (jC=Y(=)jC=Y) (P-u(-)P-l))>=-
-<[7.7] END (END(=)END) (END(-)END))>=-

```

두번째 언절에 대한 음소격자는



이고 그 분석결과는 앞의 결과와 합쳐져서 다음과 같다.

```

-----Morpheme Lattice-----
-<[0.0] START (START(=)START) (START(-)START))>=-
-<[1.1] 구 (SCCm(=)SCCm) (P-k(-)P-wu))>=-
-<[1.1] 구 (MCNKmS(=)MCNKmS) (P-k(-)P-u))>=-
-<[1.1] 구 (G(=)G) (P-k(-)P-u))>=-
-<[1.1] 두 (GS(=)GS) (P-t(-)P-u))>=-
-<[2.2] 과일 (MCNFrS(=)MCNFrS) (P-pH(-)P-l))>=-
-<[3.3] 돌 (MCNKr(=)MCNKr) (P-t(-)P-l))>=-
-<[3.3] 돌 (-br(=)-br) (P-t(-)P-l))>=-
-<[3.3] 줄-인저- (MDMynul알(=)MDMynul알) (P-c(-)P-l))>=-
-<[3.3] 줄 (MCNKrS(=)MCNKrS) (P-c(-)P-l))>=-
-<[4.4] 의 (j=C(=)j=C) (P-ey(-)P-ey))>=-
-<[4.4] 예 (jC-C(=)jC-C) (P-ey(-)P-ey))>=-
-<[5.5] 이불 (MCNKyS(=)MCNKyS) (P-i(-)P-m))>=-
-<[6.6] 읍 (jC=Y(=)jC=Y) (P-u(-)P-l))>=-
-<[7.7] 과일 (MCNFrS(=)MCNFrS) (P-pH(-)P-l))>=-
-<[8.8] 로 (jC-M(=)jC-M) (P-l(-)P-o))>=-
-<[9.9] END (END(=)END) (END(-)END))>=-

```

마지막 언절에 대한 음소 격자는



이고 전체 문장에 대한 분석 결과는 다음과 같이 된다.

```

-----Morpheme Lattice-----
-<[0.0] START (START(=)START) (START(-)START))>=-
-<[1.1] 구 (SCCm(=)SCCm) (P-k(-)P-wu))>=-
-<[1.1] 구 (MCNKmS(=)MCNKmS) (P-k(-)P-u))>=-
-<[1.1] 구 (G(=)G) (P-k(-)P-u))>=-
-<[1.1] 두 (GS(=)GS) (P-t(-)P-u))>=-
-<[2.2] 과일 (MCNFrS(=)MCNFrS) (P-pH(-)P-l))>=-
-<[3.3] 돌 (MCNKr(=)MCNKr) (P-t(-)P-l))>=-
-<[3.3] 돌 (-br(=)-br) (P-t(-)P-l))>=-
-<[3.3] 줄-인저- (MDMynul알(=)MDMynul알) (P-c(-)P-l))>=-
-<[3.3] 줄 (MCNKrS(=)MCNKrS) (P-c(-)P-l))>=-
-<[4.4] 의 (j=C(=)j=C) (P-ey(-)P-ey))>=-
-<[4.4] 예 (jC-C(=)jC-C) (P-ey(-)P-ey))>=-
-<[5.5] 이불 (MCNKyS(=)MCNKyS) (P-i(-)P-m))>=-

```

```

-<[6.6] 읍 (jC=Y(=)jC=Y) (P-u(-)P-l))>=-
-<[7.7] 과일 (MCNFrS(=)MCNFrS) (P-pH(-)P-l))>=-
-<[8.8] 로 (jC-M(=)jC-M) (P-l(-)P-o))>=-
-<[9.9] 저장 (MCPdCy(=)MCPdCy) (P-c(-)P-o))>=-
-<[10.10] 하 (ydhR(=)DlmayC) (P-h(-)P-a))>=-
-<[10.10] 하 (DlmayC(=)DlmayC) (P-h(-)P-a))>=-
-<[10.10] 해 (MDUKm(=)MDUKm) (P-h(-)P-ay))>=-
-<[11.11] 어-보조- (mCNDd어de(=)mCNDd어de) (P-e(-)P-e))>=-
-<[11.11] 두 (DRmC(=)DRmC) (P-t(-)P-wu))>=-
-<[12.13] 어-종결- (mGTmf-tCe(=)mGTmf-tCe) (P-e(-)P-e))>=-
-<[11.13] 저 (G(=)G) (P-c(-)P-e))>=-
-<[11.12] 주 (DRmC(=)DRmC) (P-c(-)P-wu))>=-
-<[12.12] 주 (Dd어d(=)DRmC) (P-c(-)P-we))>=-
-<[13.13] 어-종결- (mGTmf-tCe(=)mGTmf-tCe) (P-e(-)P-e))>=-
-<[14.14] END (END(=)END) (END(-)END))>=-

```

TDNN 기반의 음성인식기와 결합하여 실험한 결과는 음성 인식기가 각 음소에 대해 맞는 후보를 제시하지 못하는 경우와, 새로운 음소가 삽입, 탈락되는 경우로 인해서 많은 경우 분석이 실패했다.

## 5. 결론

본 논문에서는 음성 인식이 가 줄 수 있는 여러개의 후보를 효율적으로 형태소 분석을 하는 방법을 제시했다. 한국어가 가진 어절 구조, 언절과 어절의 붙임치, 음운 변동, 불규칙 활용과 축약 그리고 음소열의 지수적 가능성을 해결하기 위한 방법들을 제시했다. 언절의 분석을 위해 접속정보를 확장하고 음운 접속 정보와 접속 검사표를 만들고 사전에 표제어로 축약형을 등록하고 Trie 사전을 이용하여 음소격자 전체를 분석했다.

실제 음성 인식기의 삽입, 탈락등을 처리하기 위해 HMM을 이용한 사전 검색 부분의 보강이 연구 중이다.

## 6. 참고문헌

[이93] 이은철, CYK법에 기반한 한국어 형태소 분석에서의 개선기법, 포항공대 석사학위논문, 1993.  
 [김93] 김은자, 이종혁, "일-한 기계 번역 시스템 구현: 휴리스틱을 이용한 일본어 형태소 해석 기법", 정보과학회 춘계 학술대회 논문집, pp.797-800, 1993.  
 [이94a] 이원일, 신경망과 CYK-table을 이용한 음성 언어의 분석, 포항공대 석사학위논문, 1994.  
 [Lee94a] Wonll Lee, Geunbae Lee, Jong-Hyeok Lee, "Table-driven Neural Syntactic Analysis of Korean", Proceedings of ICCPOL'94, pp.217-222, 1994.  
 [Lee94b] Wonll Lee, Geunbae Lee, Jong-Hyeok Lee, "Table-driven Neural Syntactic Analysis of Spoken Korean", Proceedings of COLING'94, 1994.  
 [Kim94] KyoungHee Kim, Geunbae Lee, Jong-Hyeok Lee, Hong Jeong, "Integrating TDNN-based Diphone Recognition with Table-driven Morphology Parsing for Understanding of Spoken Korean", Proceedings of ICSLP'94, 1994.