

음성인식 후처리를 위한 음가-표기 변환표 생성에 관한 연구 (A Study on Phonetic Value - Transcription Look-Up Table Generation for Postprocessing of Voice Recognition)

김 경 징* 최 영 규** 이 상 범***
(Kyoung-Jing Kim) (Young-Kyoo Choi) (Sang-Burm Rhee)

요 약

본 논문에서는 음성인식의 후처리를 위한 음가-표기 변환표의 생성과 구현에 관한 연구를 수행하였다. 음절 단위 음가를 인식하는 음성인식 시스템을 위한 후처리를 위하여 인식된 음가로 발음되는 표기 집합을 생성하는 표기 집합 생성기를 설계 구현하였다. 표준 발음법을 페트리넷으로 모델링하여 생성된 표기-음가 변환표를 기반으로 음가-표기 변환표를 생성하였다. 음가-표기 변환표가 올바른 표기 집합을 생성함을 보이기 위하여 표기 집합 생성기를 설계 구현하고, 표준 발음법 예제와 발음법 사전에서 무작위로 추출된 단어에 대하여 실험한 결과 발성 이전의 표기가 포함된 올바른 표기 집합이 생성됨을 입증하였다.

ABSTRACT

This paper, describes about creation and implementation of phonetic value- transcription conversion table for postprocessing of the voice recognition. Transcription set generator, which produces transcription set that is pronounced as recognized phonetic value, is designed and implemented to postprocess for the voice recognition system which recognizes syllable unit phonetic value. Phonetic value-transcription conversion table is produced with transcription-phonetic value conversion table produced by modeling standard pronunciation on petrinet. To show that phonetic value-transcription conversion table produces correct transcription set, transcription set generator is designed and implemented. This paper proves that correct transcription set is produced, which is including pre-vocalization transcription as a result of experimenting standard pronunciation examples and the words randomly sampled from pronunciation dictionary.

* 정회원 : 단국대학교 대학원 전자공학과 박사과정
** 정회원 : 단국대학교 대학원 전자공학과 박사수료
*** 정회원 : 단국대학교 공학부 컴퓨터공학전공 교수

논문접수 : 2002. 3. 21
심사완료 : 2002. 4. 15

1. 서론

음성 인식 연구 분야의 국외나 국내의 연구 동향을 살펴보면, HMM(Hidden Markov model)[1,2]이나 NN(neural network)[3,4]과 같은 인식기에 대한 모델링은 점차로 연구가 감소되고 있으며 언어 처리나 대화체 음성에 대한 연구가 증가되고 있다. 자연어 처리를 동반하지 않은 상태에서는 화자독립 대용량의 연속음성(continuous speech)[5] 인식의 목표를 달성하는 것은 불가능하다[6]. 따라서 인식기는 어느 정도 안정화되었기 때문에 인식기의 자체의 성능을 증진시키는 연구보다 후처리 단계에서 인식의 범위를 제한하거나 보정하는 방법의 연구로 음성인식의 연구 방향이 집중되고 있는 추세이다[7].

연속 음성 인식을 위해서는 일반적으로 음성을 모델링하기 위한 부단어 단위(subword unit)를 이용하는데, 대부분의 대용량 연속 음성 인식 시스템에서는 기본단위 모델로 단어 보다는 부단어를 사용한다. 기본 인식 단위로는 주로 음소(phoneme)나 유사음소(PLU : phone like unit), 음절(syllable) 등의 단위들을 주로 사용한다[8,9].

인식기의 인식결과가 발성을 그대로 받아 적어놓은 음가(phonetic value)의 형태라면 이러한 음성 인식 시스템에서는 단어나 문장을 인식하기 위해서 기본 부단어 단위들로 구성된 단어 발음 사전(lexicon)[10]의 구성이 필요 없게된다.

단어 발음 사전의 구성에서 언어적으로 정확히 구분되는 자소를 단위로 하고, 음성 인식기에서는 음소와 같은 언어적 단위와는 다소 차이가 있는 음향학적으로 학습된 단위 모델을 사용하므로 인식의 결과가 오류를 포함하게 된다. 또한 개인의 발성 습관과 지역에 따른 사투리 등으로 어절내의 음절간의 변이와 단어와 단어사이의 변이가 발생하게 되어 인식 결과에 오류가 나타나게 된다.

본 논문에서는 인식기가 입력된 발성의 음가 형태의 정확한 인식 결과를 생성할 수 있다는 전제조건을 갖는다. 본 논문은 입력되는 발성을 음소나, 유사음소, 음절 등의 인식 단위 모델을 이용하여 음가 형태로 인식하는 음성 인식기의 후처리에 대한 연구이다.

인식된 음가 형태의 어절을 후처리 단계에서 발성 이전의 표기 형태로 변환하기 위하여, 표기가 음

가로 변하는 규칙인 표준 발음법을 모델링하여 생성된 표기-음가 변환표를 기반으로 음가-표기 변환표의 생성에 관한 연구를 수행하였다.

2. 음성 인식기와 후처리의 구성

2.1 한국어의 음운 변동 현상

음운 변동 현상은 형태소가 다른 형태소와 결합할 때에 그 환경에 따라 발음이 달라지는 현상이다 [11,12,13]. 이 음운 변동 현상으로 인하여 표기와 발음이 틀려지게 된다. 한국어의 인식에서 자음은 모음에 비하여 그 유지시간이 짧아 인식에 어려움이 있으며, 또한 자음과 자음사이에서 일어나는 음운 변동 현상이 대부분의 음운 변동을 차지하므로, 자음에 관련된 음운 변동 현상으로 인한 오인식이 많이 발생한다. 인식기의 인식 결과에서 음가 - 표기 변환이 필요한 주된 이유가 음운 변동 현상으로 인한 표기와 발성이 틀려지게 되는 현상 때문이다. 따라서 각각의 동화 현상을 분석하여 발생된 음가를 원래의 표기로 변환하여야 한다.

(1) 모음과 관련된 동화 현상

모음 동화는 앞 음절의 후설 모음 ‘ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ’는 뒤 음절에 전설모음 ‘ㅣ’가 오면 이에 끌려서, 전설 모음 ‘ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ’로 변하는 일이 있다. 이와 같이 변한 발음은 표준어에서 인정하지 않으므로, 모두 원형대로 밝혀 적고 원형대로 읽어야 한다. 아주 굳어진 말들은 표준어로 인정한다. 음가-표기 변환에서는 오인식된 어절의 보정을 위하여 비표준어인 수의적인 발음 변이에 대한 경우도 보정하여야 하나 본 논문에서는 표준어[12]의 음가-표기 변환만을 수용한다.

모음 조화 ‘ㅏ, ㅓ’등의 양성 모음은 양성 모음끼리, ‘ㅑ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅣ’ 등의 음성 모음은 음성 모음끼리 어울리는 현상이 있다. 그래서 용언의 어미 ‘-아/-어, -아서/-어서, -아도/-어도, -아야/-어야, -아라/-어라’ 및 ‘-았/-었’등은 다 이 모음 조화 규칙을 따른다. 모음 조화 현상은 의성어와 의태어에서 가장 뚜렷이 나타난다.

(2) 자음에 관련된 동화 현상

음운 변동 현상의 대부분을 차지하는 자음과 관련된 음운 변동 현상은 음가 - 표기변환이 필요하게 되는 주요 원인이 된다. 자음과 관련된 동화 현상에서도 표준 발음법에서 인정한 표준 발음만을 음가-표기 변환표에 수용하며, 수의적 발음에 의한 동화 현상은 개인의 발음 성향에 관련된 것으로 일정한 규칙이 발견되지 않으므로 음가 - 표기 변환 표에 반영하지 않는다.

음절의 끝소리 규칙은 국어에서 음절의 끝소리로 발음될 수 있는 자음은 ‘ㄱ, ㄷ, ㄱ, ㅁ, ㄴ, ㅇ, ㄹ’의 일곱 소리인데, 일곱 소리 밖의 자음이 음절 끝에 오면 그것은 이 일곱 자음 중의 하나로 바뀌게 된다. 조음 위치가 같은 자음들이 음절 끝에서 파열음의 예사소리로 바뀌는 현상으로 구개음 ‘ㄷ, ㅌ’도 혀끝소리 ‘ㄷ’으로 바뀐다.

자음 동화는 음절 끝 자음이 그 뒤에 오는 자음과 만날 때, 어느 한쪽이 다른 쪽 자음을 닮아서 그와 비슷한 성질을 가진 자음이나 같은 소리로 바뀌기도 하고, 양쪽이 서로 닮아서 두 소리가 다 바뀌기도 한다.

구개음화는 끝소리가 ‘ㄷ, ㅌ’인 형태소가 모음 ‘ㅣ’나 반모음 ‘ㅣ’로 시작되는 형식 형태소와 만나면 그 ‘ㄷ, ㅌ’이 구개음 ‘ㄷ, ㅌ’이 되는 현상. 구개음화는 ‘ㅣ’ 때문에 일어나는 동화현상의 일종이다.

축약과 탈락은 ‘ㄱ, ㄷ, ㅌ, ㄱ’과 ‘ㅎ’이 서로 만나면 ‘ㅍ, ㅌ, ㅌ, ㅋ’이 된다. 이와 같이 두 음운이 합쳐져서 하나의 음운이 되는 것을 축약이라고 한다. 앞뒤 형태소의 두 음운이 마주칠 때, 그 중 한 음운이 완전히 탈락하는 일도 있다.

된소리되기는 안울림소리 뒤에 안울림 예사소리가 오면 그 예사소리가 된소리로 발음된다. 끝소리가 ‘ㄴ, ㅁ’인 용언 어간에 예사소리로 시작되는 활용어미가 이어지면 그 소리는 된소리로 발음된다.

(3) 단어와 관련된 음운 변동 현상

사잇소리 현상은 단어와 단어의 사이에서 일어나는 현상으로 뚜렷한 규칙성이 없어 수의적인 변동 현상이 많이 나타나고 경우에 따라서 사잇소리가 첨가되는 경우가 많이 발생하므로 일정한 규칙을 도출할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 표준 발음법에 정의된 사잇소리 현상에 대해서만 음가 - 표기 변환

에 반영한다.

사잇소리 현상은 두 개의 형태소 또는 단어가 합쳐져서 합성 명사를 이룰 때, 앞말의 끝소리가 울림소리이고, 뒷말의 첫소리가 안울림 예사소리이면, 뒤의 예사소리가 된소리로 변하는 일이 있다.

이 때, 앞말이 모음으로 끝났으면 사이시옷을 받침으로 적어야 한다. 그런데 이 현상에는 뚜렷한 규칙성이 없어서 일부 합성 명사의 경우에는 사잇소리 현상이 일어나지 않는다.

앞말이 모음으로 끝나 있고, 뒷말이 ‘ㅁ, ㄴ’으로 시작되면, ‘ㄴ’ 소리가 덧나는 경우와 뒷말이 모음 ‘ㅣ’나 반모음 ‘ㅣ’로 시작될 때에는 ‘ㄴ’이 하나 혹은 둘이 겹쳐 나는 경우가 있다.

한자(漢字)가 모여서 단어를 이룰 때에도 이러한 사잇소리 현상이 있다. 그러나 한자어의 경우에는 사잇소리 현상이 일어나지 않는 말도 많다.

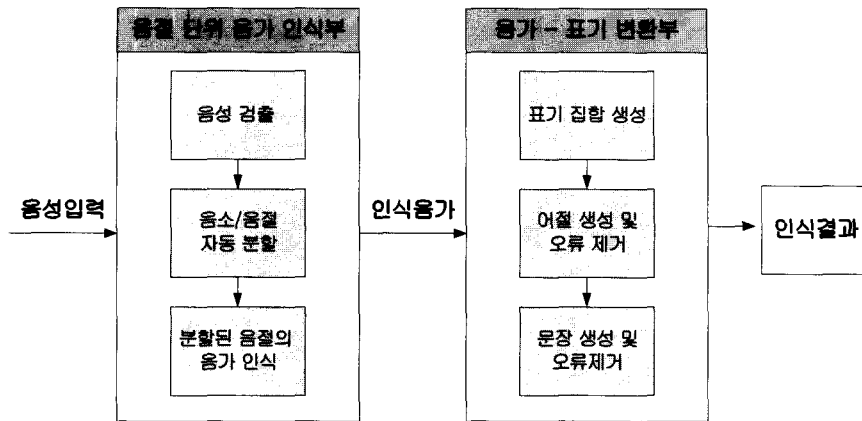
(4) 수의적 동화 현상

표준 발음법에 정의된 동화 현상 이외에 언어생활에서 자주 발생하는 수의적 음소변동 규칙[14]에는 전설모음화, 동일 조음위치 자음탈락, 중복 자음화, 변자음화, 초성 ㅎ 탈락 등이 있다. 이것은 화자에 따라 나타나기도 하고 나타나지 않기도 또한 수의적 현상이므로 음가-표기 변환표에는 반영하지 않고, 표기집합 생성후의 단계에서 처리하도록 한다.

2.2 전체 음성 인식 시스템의 구성

[그림 1]은 본 논문에서 제안하는 한국어 음성 인식 시스템의 전체 구성도이다. 전체 시스템은 크게 음절 단위 음가 인식 부분과 후처리부인 음가-표기 변환 부분으로 구성된다.

음절 단위 음가 인식 부분은 신호처리 측면에서 음성의 신호 형태를 분석하여 음성과 비 음성 구간을 나누고, 음성 구간에 음절 단위의 경계점을 설정한 후, 경계점 사이에 존재하는 음절의 음가를 인식하여 출력하는 기능을 갖는다.



[그림 1] 한국어 음절단위 음성 인식 시스템의 전체 구성도

[Fig. 1] Full formation of Korean syllable unit voice recognition system

후처리 부분인 음가-표기 변환 부분은 한국어 음가 인식기에서 출력되는 음가를 입력으로 하여 자연어 처리 측면에서 음가의 발생 이전의 형태인 표기로 변환하는 기능을 수행한다.

(1) 표기 집합 생성부

인식기에서 인식된 음가 정보를 이용하여 추출된 음가가 발생할 수 있는 모든 형태의 표기를 만들어 낸다. 인식기에서 출력된 “학교에”라는 음가는 음가-표기 변환표를 참조하여 “학교에”라는 음가가 발음될 수 있는 가능한 모든 표기 집합을 생성한다. 본 논문에서는 표기 집합 생성부에서 사용될 음가-표기 변환표를 생성한다.

(2) 어절 생성 및 오류 제거

표기 집합에서 생성한 “학교에”의 “학”등 일상 생활에서 사용되지 않는 비표기 문자를 포함한 표기 집합의 원소와 문법 기능에 맞지 않는 문법 형태소 오류를 포함하는 표기 집합의 원소를 삭제한다. 뒷 단계에서의 처리를 위하여 띄어쓰기를 교정을 하고 형태소 분석 과정을 통하여 “학교에”는 비어휘 표기이므로 삭제되고 “학교에”라는 표기만 남게된다

비어휘를 제거하였을 때 표기 집합에 어떤 원소도 남아있지 않았다면 단모음을 이중모음으로 교체하거나 하는 등의 일상 생활에서 무의식 적으로 틀리게 발음되는 모음과 자음을 교체하여 띄어쓰기 교정을 다시 실시하게 된다.

(3) 문장 생성 및 오류 제거

비어휘 제거 과정까지 마친 후 남은 표기 집합의 원소가 복수개 일 때 띄어쓰기 단위로 인식된 단어들을 복수개의 문장으로 재구성한다. 생성된 복수개의 문장중 구문, 구조 오류를 포함하는 문장을 제거한다.

3. 음가 표기 변환을 위한 변환 테이블 생성

3.1 표기-음가 변환표의 구조

(1) 표기-음가 변환표를 위한 메모리 구조체

```
typedef struct{
    int Jong;
    int Cho;
}Phonetic;
```

[그림 2] 음가표기 변환표의 구조체

[Fig. 2] Structure of phonetic value- transcription look-up table

[그림 2]는 표기-음가 변환표[15-18]를 구성하고 있는 구조체를 타나낸 것이다. 음운 변동 현상은 형태소와 형태소가 연결되는 지점에서 나타나기 때문에 앞 형태소의 종성과 뒤 형태소의 초성사이에서 음운 변동 현상이 나타나는 것으로 볼 수 있다. 음운 변동 현상 각각을 살펴보면 초성 또는 종성 하나만 변하거나 초성과 종성이 둘 다 변화하는 것이 된다. 따라서 [그림 2]와 같은 구조체에 음운 변동후의 초성과 종성을 기록한다.

(2) 표기 - 음가 변환표의 구조

```
Phonetic_Table[42][58]={
/*      (0) (1) ㄱ(2) ㅋ(3) ㆁ(4) - 유실(57)*
/*      (0)* / { {0.0},{0.0},{ 0. 0},{ 0. 0},{ 0. 0}, - { 0. 0} }
/*      발침없음( 1)* / { {0.0},{0.0},{ 0. 0},{ 0. 0},{ 0. 0}, - { 0. 0} }
/*      ㄱ( 2)* / { {0.0},{0.0},{ 2. 3},{ 2. 3},{23. 4}, - { 1. 2} }
/*      ㅋ( 3)* / { {0.0},{0.0},{ 2. 3},{ 2. 3},{23. 4}, - { 1. 3} }
/*      ( 4)* / { {0.0},{0.0},{ 2. 3},{ 2. 3},{23. 4}, - { 2. 11} }
/*      ㆁ( 5)* / { {0.0},{0.0},{ 5. 2},{ 5. 3},{ 5. 4}, - { 1. 4} }
/*      ㄴ( 6)* / { {0.0},{0.0},{ 5. 2},{ 5. 3},{ 5. 4}, - { 5. 14} }
/*      * ( 7)* / { {0.0},{0.0},{ 5. 17},{ 5. 3},{ 5. 4}, - { 1. 4} }
/*      ㄷ( 8)* / { {0.0},{0.0},{ 8. 3},{ 8. 3},{ 5. 4}, - { 1. 5} }
/*      ㅌ( 9)* / { {0.0},{0.0},{ 9. 2},{ 9. 3},{ 9. 7}, - { 1. 7} }
/*      ㄹ(10)* / { {0.0},{0.0},{ 2. 3},{ 2. 3},{23. 4}, - { 9. 2} }
/*      | | | | |
/*      사이시옷(41)* / { {0.0},{0.0},{ 8. 3},{ 8. 3},{ 5. 4}, - { 5. 4} }
```

[그림 3] 표기-음가 변환표의 일부

[Fig. 3] A part of transcription-phonetic value look-up table

[그림 3]은 표기-음가 변환표의 일부를 나타낸 그림이다. 음운 변동과 관련 있는 형태소는 종성에 해당하는 형태소 42개와 초성에 해당하는 형태소 58개를 [그림 4]에 나타내었다. C는 초성의 배열, V는 종성의 배열, J는 종성의 배열이며, 배열내의 원소의 순서는 통합형 한글코드[19]의 순서를 따르고 있다.

3.2 음가-표기 변환표 생성

음가 - 표기 변환표는 임의의 음가가 입력되었을 때 그 음가와 동일한 음가로 발음되는 표기 집합을 생성하기 위한 변환 표이다. 먼저 발생 가능한 모든 종성과 초성의 집합을 만든다. 이 발생 가능한 집합을 입력 음가 집합이라고 하고, 입력 음가 집합의 원소를 차례대로 하나씩 불러내어, 표기 음가 변환표의 음가 변환 결과 부분을 검색한다. 표기 음가 변환의 결과가 입력된 입력 음가 집합 원소의 종성과 초성과 같을 경우 그 표기-음가표의 인덱스를 입력된 음가로 발음 가능한 표기로 기록한다. 입력 음가 집합의 모든 원소에 대하여 표기-음가 변환표의 음가 변환 결과와 비교하여 음가표기 변환표를 생성한다.

그러나 표기 -음가 변환 표와는 달리 음가표기 변환표의 각 초성, 종성의 부분집합마다 그 원소의 수가 달라진다. 각각의 부분집합을 배열형태로 출력한 후 실제 사용될 때는 링크드리스트 형태로 변환하여 사용한다. 전체 음가-표기변환표의 운영은 표기-음가 변환표 형태의 배열의 첨자가 각각 종성과 초성에 해당하는 배열을 만들고 그 배열에 부분집합에 해당하는 링크드리스트의 시작주소를 기록하여 전체 음가표기 변환표를 운영한다.


```

void main()
{
FILE *RESULT;
int cho,jong; int i,j; int cnt;

RESULT=fopen("Result.txt","w+");
for(jong=1;jong<30;jong++){
for(cho=2;cho<21;cho++){
printf(RESULT,"\\n\\n중성 %s, 초성 %s ",J[jong],C[cho]);
cnt=0;
for(i=1;i<42;i++){ //중성 변화
for(j=2; j<58;j++){
if((Table[i][j].Jong==jong)&&(Table[i][j].Cho==cho)){
cnt++;
if (cnt==1){ fprintf(RESULT,"\\n");}
fprintf(RESULT," (%s ,%s) ,%t",J[i],C[j]);
if(cnt%5==0){fprintf(RESULT,"\\n");}
} //End if
} //End for(j)
} //End for(i)
if (cnt==0){ fprintf(RESULT," => 발생할 수 없는 경우입니다. "); }
} //End for(cho)
} //End for(jong)

fclose(RESULT);

} //END MAIN

```

[그림 5] 음가표기 변환표 생성 모듈

[Fig. 5] Phonetic value- transcription look-up table generation module

중성 ㄱ, 초성 ㄱ

(ㄱ , ㄱ) , (ㄱ , ㄲ) , (ㄱ , ㄱ어미) , (ㄱ , 기점미사) , (ㄲ , ㄱ) ,
(ㄲ , ㄲ) , (ㄲ , ㄱ어미) , (ㄲ , 기점미사) , (ㄴ , ㄱ) , (ㄴ , ㄲ) ,
(ㄴ , ㄱ어미) , (ㄴ , 기점미사) , (ㄷ , ㄱ) , (ㄷ , ㄲ) , (ㄷ , ㄱ어미) ,
(ㄷ , 기점미사) , (ㅋ , ㄱ) , (ㅋ , ㄲ) , (ㅋ , ㄱ어미) , (ㅋ , 기점미사) ,
(용언어간말음ㄷ , ㄱ) ,

중성 ㄱ, 초성 ㄴ

(ㄲ , ㄴ) , (ㄴ , ㄴ) , (ㄷ , ㄴ) , (용언어간말음ㄷ , ㄴ) ,

중성 ㄱ, 초성 ㄷ => 발생할 수 없는 경우입니다.

중성 ㄱ, 초성 ㄸ

(ㄱ , ㄸ) , (ㄱ , ㄸ) , (ㄱ , ㄸ어미) , (ㄲ , ㄸ) , (ㄲ , ㄸ) ,
(ㄲ , ㄸ어미) , (ㄴ , ㄸ) , (ㄴ , ㄸ) , (ㄴ , ㄸ어미) , (ㄷ , ㄸ) ,
(ㄷ , ㄸ) , (ㄷ , ㄸ어미) , (ㅋ , ㄸ) , (ㅋ , ㄸ) , (ㅋ , ㄸ어미) ,
(용언어간말음ㄷ , ㄸ) , (용언어간말음ㄷ , ㄸ) , (용언어간말음ㄷ , ㄸ어미) ,

[그림 6] 생성된 음가표기 변환표의 일부

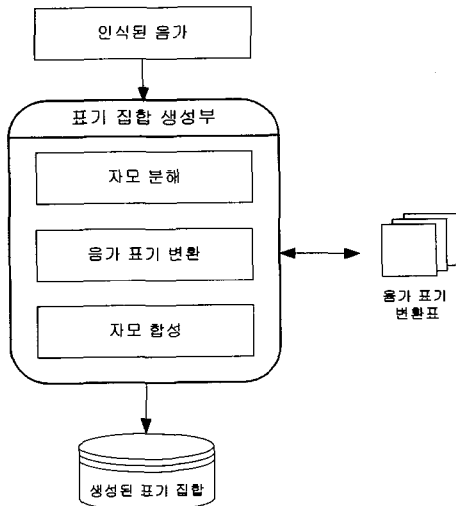
[Fig. 6] A part of produced phonetic value- transcription look-up table

(2) 음가 표기 변환 모듈

표기 집합 생성 부분은 인식기에서 인식된 음가 정보를 이용하여 추출된 음가가 발생할 수 있는 모든 형태의 표기를 만들어 낸다.

인식기에서 출력된 “학교”라는 음가는 음가 표기 변환표를 참조하여 “학교”라는 음가가 발음될 수 있는 가능한 모든 표기 집합을 생성한다.

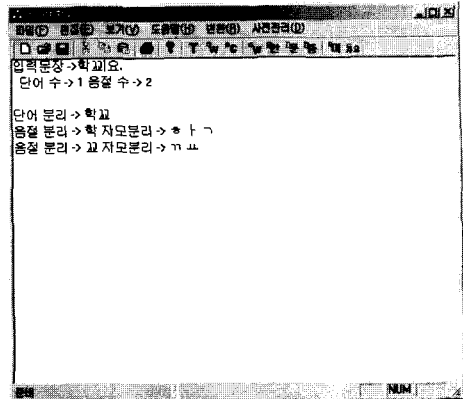
[그림 7]은 표기 집합 생성부의 전체 구조를 나타낸 그림이다. 인식문자열이 입력되면 표기 변환모듈에서 자모 분리를 거쳐 중성과 초성의 인덱스를 생성한 후, 음가 표기 변환 모듈에서 음가 표기 변환표를 참조하여 입력된 음가가 발음될 수 있는 모든 생성 가능한 표기를 생성해 낸다.



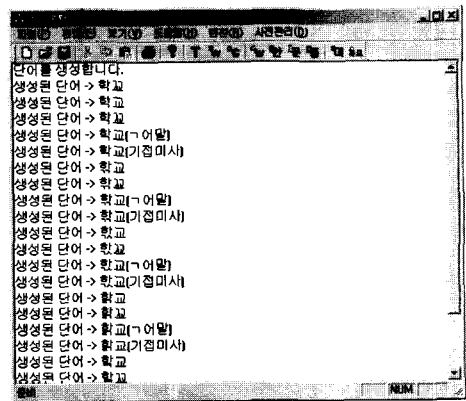
[그림 7] 표기 집합 생성부의 전체 구조
 [Fig. 7] Full structure of transcription set generation part

4.2 실험 결과 및 검토

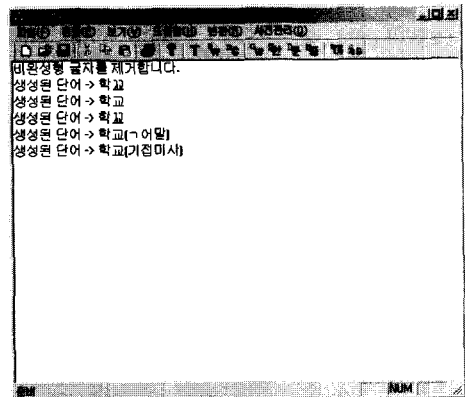
본 논문에서 구현된 표기 집합 생성기의 성능을 검증하기 위하여 표준 발음법의 예문을 이용하여 올바른 표기 집합이 생성되는지 실험해 보았다. 실험 방법은 표준 발음법에 표기된 단어의 음가를 입력하였을 때 해당 음가의 표기가 포함된 표기 집합이 생성될 경우를 성공으로 정의하고, 올바른 표기가 생성되지 않은 경우를 실패한 경우로 정의하였다.



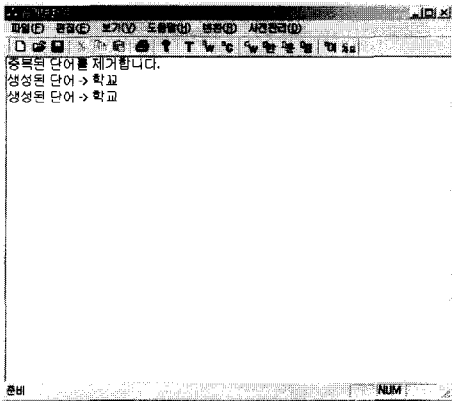
(a) 자모 분리
 (a) consonant vowel separation



(b) 표기 집합 생성
 (b) generation of transcription set



(c) 비완성형 제거
 (c) unfinished exclusion



(d) 중복 제거

(d) duplication exclusion

[그림 8] 음가표기 생성 실험

[Fig. 8] Phonetic value - transcription generation experiment

[그림 8]은 표준 발음법 실험 결과를 나타낸 그림이다. 자모분리에서는 입력된 음가의 자모를 분리하고, 표기집합 생성에서는 음가표기 변환표를 이용하여 분리된 자모를 변경한 후 자모를 합성하여 표기 집합을 생성하고, 비완성형 제거에서는 생성된 표기 집합에서 완성형이 아닌 문자를 포함한 표기와 형태소 정보가 틀리는 표기를 제거한 후, 중복 제거에서는 남아있는 표기집합에서 중복을 제거하는 과정을 나타내고 있다.

<표 1>은 표준 발음법과 발음 사전을 이용한 실험 결과를 요약한 표이다.

<표 1> 실험 결과 요약

<Table 1> Abstract of the experimental result

실험집합	어절 수	생성 성공 어절 수	생성 실패 어절 수	성공률
표준 발음법	346	364	0	100
발음사전	500	500	0	100

인식된 음가를 발성 이전의 표기로 복원하기 위하여 본 논문에서는 표준 발음 법을 모델링하여 생성된 표기-음가 변환표를 재구성하여 음가표기 변환표를 생성하였다. 음가표기 변환표를 이용하여 입력된 음가와 동일한 음가로 발음되는 모든 가능한 표

기를 생성해 내는 표기 집합 생성기를 구현하였다.

본 논문에서 고려한 음운 변동 현상은 표준 발음 법에서 수용하고 있는 음운 변환 현상이다. 그러나 우리가 일상적으로 범하게되는 비표준어적 발음형태는 본 논문에서는 적용하지 않았다.

구현된 표기집합 생성기의 표기집합 생성능력을 시험하기 위하여 표준 발음법 본문에 나타나는 예제 들을 실험한 결과 전체 364개의 단어중 364개의 전 체 표기에서 발생이전의 표기가 포함된 표기집합을 생성하였다. 또한 발음사전에서 무작위로 추출된 500개의 단어를 이용한 실험에서도 발생이전의 표기 형태가 포함된 표기집합을 생성하였다.

5. 결 론

음성 인식 분야에서 인식기의 성능이 이미 일정 수준이상으로 향상되었기 때문에 인식기의 성능 향상을 위한 연구보다는 후처리의 방법으로 전체적인 인식 능력 향상 및 인식 결과에 대한 보정 방법의 연구가 활발해 지고 있다.

본 논문에서는 음소 또는 음절단위 음가 인식기를 위한 후처리를 설계하였다. 인식기에서 인식된 음가열을 입력으로 하는 표기집합 생성기를 구현하였다. 표기 집합 생성기는 입력된 음가로 발생되는 모든 표기를 생성해 내는 기능을 수행한다.

구현된 표기 집합 생성기의 성능을 시험하기 위하여 표준 발음법 예제와 표준 발음사전의 예제를 대상으로 실험한 결과 100%의 표기 재생률을 나타 내었다.

본 논문에서는 표준 발음만을 고려하여 음가표기 변환 표를 생성하였으므로 수의적 음운 변동 현상은 고려하지 않았다. 추후 연구를 통하여 수의적 음운 변동 현상에 대한 처리까지 음가표기 변환표에 포함하게 되면 인식기에서 인식된 음가에 대한 충실한 표기 변환이 이루어질 것이며, 또한 음가 인식을 이용한 대용량 연속 음성 인식의 연구에 크게 기여할 것이다.

※ 참고문헌

[1] X.D. Huang, Y. Ariki, M.A. Jack, *Hidden Markov models for speech recognition*, Edinburgh University Press, pp. 136-163, 1990

[2] L. Rabiner, B-H, Juang, *Fundamentals of Speech Recognition*, Prentice Hall International, Inc., 1993

[3] David P. Morgan, Christopher L. Scifield, *Neural networks and speech processing*, Kruwer Academic Publishers, 1991.

[4] Richard J. Mammone, *Artificial neural networks for speech and vision*, Chapman & hall, 1994.

[5] Judith A. Markowitz, *Using Speech Recognition*, Printice Hall, Inc., 1996.

[6] 이경님, “의사 형태소 단위의 한국어 연속 음성 인식”, 석사학위 논문, 서강대학교 대학원 전자계산학과, 1997.

[7] 오영환, *음성언어정보처리*, 홍릉과학출판사, 1998

[9] Lawrence Rabiner, BH. Juang, *Fundamentals of speech Recognition*, Prentice Hall, 1993.

[9] 최승호, “Generalized Triphone을 인식 단위로 사용한 한국어 음성인식에 관한 연구”, 석사학위논문, 한국과학기술원, 1993.

[10] 최준기, “영역 독립 형태소 기반 연속 음성 인식”, 석사학위 논문, 포항공과대학교 대학원, 1997.

[11] 서울대학교 사범대학 국어 교육 연구소, *고등 학교 문법*, 1996.

[12] 문화교육부, *표준어 규정*, 문교부 고시 제 88-2호, 1988.

[13] 남기심, 고영근, *표준 국어 문법론*, 탑출판사, 1986.

[14] 전재훈, “형태 음운학적 분석에 기반한 한국어 발음열 자동 생성”, 석사학위논문, 서강대학교 대학원 전자계산학과, 1997.

[15] 임재걸, 이계영, 김경정, “페트리넷을 이용한 표준 발음법 분석 시스템 디자인”, *한국정보과학회 봄학술발표논문집*, pp. 369-371, 1999.

[16] 임재걸, 이계영, 김경정, 김규식, “페트리넷을 이용한 표준 발음법 분석 시스템 구현”, *한국정보처리학회 춘계학술발표논문집*, pp. 609-612, 1999.

[17] 임재걸, 이계영, 김경정 “표준 발음법 페트리넷을 이용한 음운 변환기 설계”, *한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집 제2권1호*, pp. 339-344, 1999.

[18] 이계영, 임재걸, 김경정, “표준 발음법의 일관성 검사와 우선순위 결정”, *한국정보처리학회 추계학술발표논문집*, 1999.

[19] URL, <http://camis.kaist.ac.kr/~jwjung/seminar/hangul-i18n/ko-code.html>, “한글 코드에 대하여”

김 경 정



1998년 동국대학교 전자계산학과 졸업(공학사)
 2000년 동국대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학석사)
 2000년 ~ 현재 단국대학교 대학원 전자컴퓨터공학과(박사과정)
 관심분야 : 자연어 처리, 음성인식/합성

최 영 규



1994년 단국대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1997년 단국대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 2001년~ 현재 단국대학교 대학원 전자공학과(공학박사수료)
 2000년~2001년 (주)패스싸인
 관심분야 : 패턴인식, 인공지능, 멀티미디어응용

이 상 범



1974년 연세대학교 전자공학과(공학사)
 1978년 서울대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1986년 연세대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 1984년 미국 IOWA대학교 컴퓨터공학과 객원교수
 1979년~1999년 단국대학교 전자·컴퓨터공학과 교수
 1997년~1999년 단국대학교 교무·연구처장
 1997년~현재 단국대학교 멀티미디어산업기술연구소장
 2000년~현재 단국대학교 공학부 컴퓨터공학전공 교수
 관심분야 : 컴퓨터구조, 패턴인식, 디지털 신호처리