

운율교육을 위한 운율이식기술 개선 방안 연구

이서패(부산대)

<차 례>

1. 서론
2. 운율교육을 위한 운율이식과
 기존 기술의 문제점
 - 2.1. 운율교육을 위한 운율이식
 - 2.2. 기존 기술의 문제점
 - 2.2.1. 지속시간이식의 문제점
 - 2.2.2. 피치이식과 강도이식
 - 2.2.3. 피치이식의 문제점
3. 운율이식기술의 개선
 - 3.1. 피치이식
 - 3.2. 자동운율이식
4. 실험 및 결과
5. 결론

<Abstract>

Improvement of Prosody Transplantation Technology for English Prosody Education and Its Application

So Pae Yi

This study focused on the improvement of prosody transplantation technology to be used for effective prosody education. Issues making the technology a less acceptable tool for prosody education were addressed. Instead of merely copying the target pitch onto a learner's utterances, the target pitch was rescaled in semitone before the transplantation. In so doing, distortion of a signal was minimized and the transplanted utterance could have the quality of sound not different from the learner's utterances. Instead of manual transplantation, an automatic procedure was proposed to increase the reliability and the consistency of the outcome and enable real time processing. The perceptual performance of the automatic transplantation was evaluated by the perception experiment showing the automatic transplantation was as good as the manual process.

* Keywords: Automatic prosody transplantation, English prosody, Prosody education, Labeling.

1. 서 론

운율(Prosody)이 문법적 구조보다 더 효과적으로 의미를 전달한다는 연구에서도 알 수 있듯이 운율이 의사소통에서 가지는 영향력은 지대하다 할 수 있다[1]. 운율 정보는 문장의 분절(segmentation)에 도움을 주기 때문에 외국어 학습에도 효과가 있다[2]. 또한 외국어구사에 있어서 분절음보다는 운율이 유창성 인지에 더 영향이 큰 것으로 보고되고 있다[3].

외국어 교육에 있어서 운율이식(Prosody Transplantation)은 원어민의 자연스런 피치(Pitch), 지속시간(Duration), 강도(Intensity) 정보를 추출하여 외국어를 학습하는 비원어민 발화의 운율구조를 대체하는 기술을 말한다[4]. 이를 위해 시간 영역에서 음성신호를 합성할 수 있는 PSOLA(Pitch Synchronous Overlap and Add) 기술을 사용한다[5].

본 논문은 운율이식 기술을 보다 효과적으로 운율교육에 사용하기 위한 방법들을 모색했다. 구현관점에서 원어민과 비원어민 학습자간의 피치차이로 인한 음색차이와 신호왜곡의 개선을 제안하고 수작업에 의존해야 했던 기존의 운율이식 기술을 자동화함으로써 보다 효과적인 영어운율 학습을 위한 방법을 제안했다. 또한 미국인과 한국인이 자동운율이식의 결과를 기존의 수작업 결과와 비교하는 청취실험에 참여함으로써 자동운율이식 기술을 이용한 운율교육의 가능성을 살펴보았다.

본 논문은 2장에서 운율교육을 위한 운율이식과 기존 기술의 문제점을 살펴보고 3장에서 운율이식기술의 개선방안에 대하여 설명하였다. 4장에서 실험 환경 및 결과를 제시하고 5장에서는 결론을 맺는다.

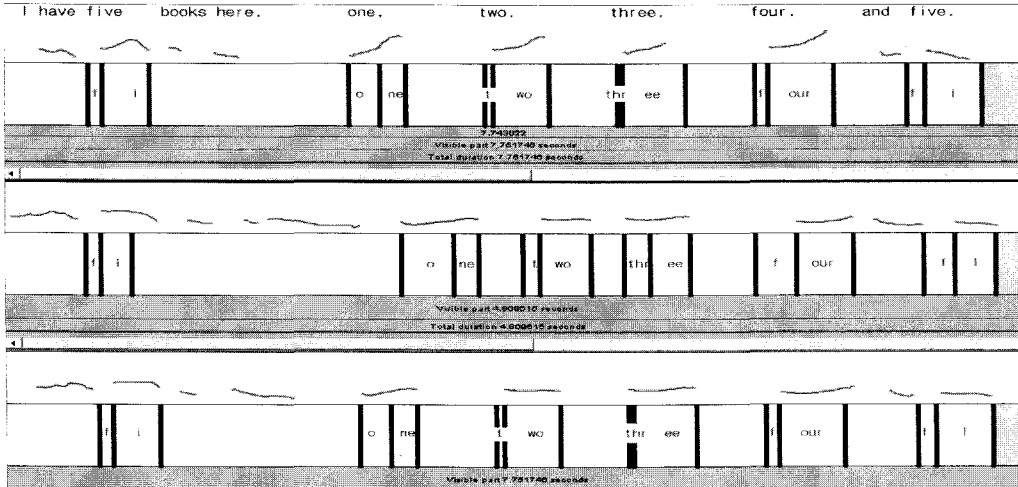
2. 운율교육을 위한 운율이식과 기존 기술의 문제점

2.1. 운율교육을 위한 운율이식

운율교육에 있어서 학습자의 청각적 운율인식의 향상이 선행되어야 한다는 연구[6]에서와 같이 운율교육에서 운율을 효율적으로 듣고 따라하는 학습은 필수적이라 할 수 있다. 구 억양(phrasal tone)을 기반으로 하는 한국어[7]와는 달리 어휘 강세(lexical stress)를 기반으로 하는 영어의 운율을 학습하는 경우, 한국인 학습자는 어휘 강세보다는 구 억양의 관점에서 영어를 듣고 발화하려는 경향을 가지게 된다[8]. 그러므로 원어민의 관점에서 보면 한국인 학습자는 어색하고 낮은 운율을 사용해 영어를 구사하게 되는 것이다.

연구[9]에서는 운율이식기술로 이식된 동일한 운율을 듣고도 두 언어의 특성차

로 인해 미국인과 한국인이 상이한 인식을 하는 것으로 나타났다. 미국인들은 운율 요소들의 유기적 결합(피치&지속시간, 피치&지속시간&강도)을 중요시했던 반면 한국인들은 운율 요소들의 유기적 결합뿐만 아니라 이들 개개의 특성에도 집중하는 경향을 갖고 있는 것으로 나타나 운율인식에 나타난 미국인과 한국인의 차이를 고려해 영어운율을 교육해야 할 필요성이 제기되었다[9].



<그림 1> ‘I have five books here, one, two, three, four, and five.’
 - 미국인의 피치&지속시간(상), 한국인의 피치&지속시간(중),
 미국인의 지속시간을 이식받은 한국인 발화(하)

<그림 1>과 <표 1>은 연구[9]에서 인식 실험에 사용된 발화의 한 예이다. <그림 1>에서 원어인 발화의 피치 곡선을 보면 긴 모음에 강세(stress)가 일관성 있게 주어지는 것을 볼 수 있다. 그런데 한국인 발화를 보면 미국인의 발화에서 강세를 받던 모음에는 강세가 주어지지 않는다. <표 1>은 원어인 발화에서 강세를 받는 모음들이 모음/자음(V/C)비로 볼 때 한국어 발화의 모음들보다 훨씬 길다는 것을 보여준다. 어휘 강세 언어인 영어에서는 긴 모음이 짧은 모음보다 강세를 받을 확률이 두 배로 높아진다[10]. 그러므로 영어 원어인의 관점에서 볼 때, 한국인의 발화가 원어인의 지속시간을 이식받는다면 그 결과로 길어진 모음들이 강세를 받을 것이라는 기대가 높아지게 된다.

운율인식실험에서 <그림 1>과 같이 한국인의 피치는 그대로 두고 원어인의 지속시간만을 한국인 발화에 이식한 결과, 영어의 긴 모음에 맞지 않는 한국인 피치 곡선의 결합으로 인해 원어민들은 운율이식에 대해 부정적 평가를 보인 반면 한국인들은 이식된 원어민의 지속시간에 민감하게 반응해 전체운율이 향상된 것으로 평가했다[9]. 이와 같이 미국인보다 운율의 개별 요소들에 더 민감한 한국인들

의 특성은 한국인 학습자가 운율총체의 부자연스러움을 인지하는데 불리하게 작용한다. 이것은 또한 한국인 학습자들이 영어운율 요소들 간에 균형 잡힌 발화를 하는데도 부정적인 영향을 미치므로 이들의 유기적 결합으로 이루어진 전체 운율의 발화에까지 악영향을 미치는 것으로 추정되고 있다[9].

한국인 학습자들이 원어민의 피치와 지속시간 각각을 정확히 따라할 수 있다면 원어민의 관점에서 볼 때 학습자의 전체 운율은 크게 향상될 수 있을 것이다. 그러므로 운율이식기술을 이용해 운율요소들 각각을 분리해서 운율 개별요소에 민감한 한국인 학습자들에게 제시하고 학습시킨다면 균형 잡힌 운율을 구사하는데 큰 도움이 될 것이다. 또한 영어운율의 유기적 결합을 이해하고 훈련하기 위해 학습자는 운율이식기술을 이용해 각각의 운율요소와 운율총체를 비교하고 차이점을 이해함으로써 자신의 취약한 운율요소를 인식하고 집중훈련 할 수 있다.

<표 1> 미국인과 한국인의 모음/자음의 비

	미국인	한국인
F	0.095	0.062
i	0.329	0.133
V/C	3.476	2.154
T	0.060	0.073
wo	0.384	0.218
V/C	6.459	3.001
Thr	0.032	0.110
ee	0.437	0.172
V/C	13.76	1.562
F	0.091	0.178
our	0.452	0.242
V/C	4.954	1.358
F	0.123	0.134
i	0.391	0.176
V/C	3.174	1.310

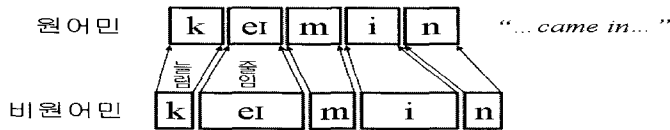
운율이식기술의 또 다른 장점은 원어민의 운율을 비원어민의 발화에 이식함에 있어서 비원어민 학습자의 음색은 그대로 유지되므로 학습자는 원어민의 운율을 친숙한 자신의 음성과 발음으로 듣고 학습한다는 것이다. 원어민의 발화를 듣고 운율을 학습할 때 학습자는 영어분절음을 자연히 동시에 듣게 된다. 운율을 학습함에 있어서 영어의 운율과 분절음 둘 다에 주의를 기울이는 것은 제한된 심적자원(mental resource)을 운율학습에 집중하지 못하고 분절음학습으로 분산시키는 결과를 가져올 수 있다. 원어민의 운율을 학습자 자신의 발화에 이식시켜 학습하면 동기유발 뿐만 아니라 학습에 필요한 심적자원을 분절음학습에 분산시키지 않고 모두 운율학습에 집중할 수 있는 장점이 있게 되는 것이다. 이상과 같이 운율교육

에 유용한 운율이식 기술을 자동화함으로써 교육적 활용도를 높이는 것은 의미 있는 일이라 할 수 있겠다.

2.2. 기존 기술의 문제점

2.2.1 지속시간이식의 문제점

운율이식기술을 교육에 도입하려는 기존연구[4]에 따르면 먼저 <그림2>에서와 같이 원어민의 지속시간을 비원어민의 발화에 이식하는 일이 필요하다. 이를 위해 개개 분절의 길이를 비교해서 늘려야할지 줄여야할지를 결정하고 PSOLA로 분절의 길이를 동일하게 맞추어준다. 이때 수작업으로 원어민 발화와 비원어민 발화의 분절경계를 일일이 나누는 레이블링(labeling) 작업을 하게 된다.

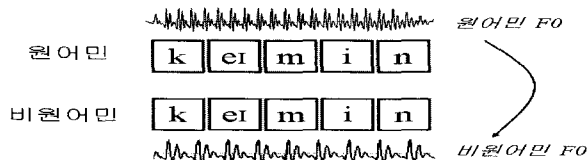


<그림 2> 지속시간이식 (원어민에게서 비원어민에게)[4]

수작업은 정밀하게 나눌 수 있다는 장점은 있지만 레이블링하는 사람마다 결과가 다르게 나올 수 있고 동일한 사람의 결과들 간에도 일관성이 떨어지기 쉽다는 단점이 있다. 더욱이 수작업을 하는데 걸리는 시간으로 인해 실시간처리를 요하는 운율학습에 사용하기에는 큰 불편함이 있다.

2.2.2 피치이식과 강도이식

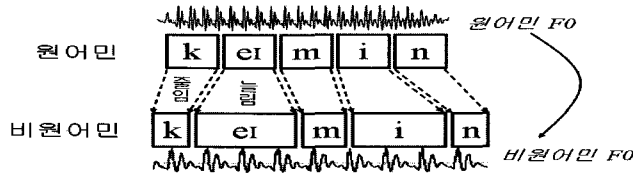
지속시간이 이식되면 <그림 3>에서와 같이 피치를 이식할 수 있는 준비가 갖추어진다. 그리고 원어민 발화의 피치를 한국인 학습자의 발화에 이식함으로써 비로서 자연스런 원어민의 지속시간과 피치를 가진 학습자의 음성이 합성된다.



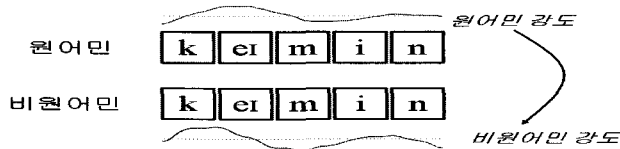
<그림 3> 피치이식 (원어민에게서 비원어민에게)[4]

한편 원어민의 피치만을 이식하는 경우 <그림 4>와 같이 위의 과정과는 반대

로 비원어민의 지속시간을 원어민의 발화에 이식해야 한다. 이렇게 원어민의 지속시간을 비원어민의 지속시간과 맞추고 원어민의 피치를 비원어민의 발화에 이식하면 지속시간과 분절음은 비원어민 학습자의 것이고 피치만 원어민의 자연스런 운율을 가지는 합성음이 생성된다. <그림 5>와 같이 지속시간과 피치와 더불어 강도이식도 가능하다. 강도까지 이식되면 원어민의 지속시간, 피치, 강도가 이식된 학습자의 음성을 들을 수 있게 된다.



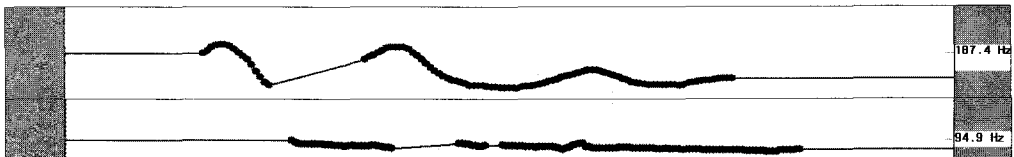
<그림 4> 지속시간이식(비원어민에게서 원어민에게)과 피치이식(원어민에게서 비원어민에게)
-원저자와 협의 하여 그림-



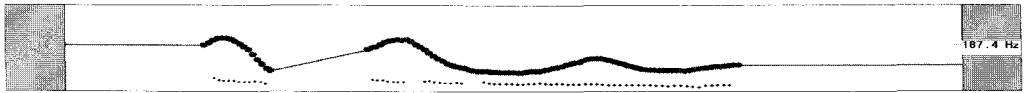
<그림 5> 강도이식 (원어민에게서 비원어민에게)[4]

2.2.3. 피치이식의 문제점

목표(원어민)피치를 학습자의 발화에 효과적으로 이식하기 위해선 이식된 합성음이 학습자의 피치범위를 벗어나지 않아야 한다. <그림 6>은 Praat[11]의 'manipulation window'에 나타난 목표피치곡선(상)과 한국인 학습자의 피치곡선(하)이다.



<그림 6> 목표피치곡선(상)과 학습자피치곡선(하)



<그림 7> 학습자 발화에 이식된 목표피치곡선(굵은 실선)과 학습자 피치곡선(점선)



<그림 8> 목표피치와 학습자 피치 vs. 피치이식

<그림 6>과 같이 목표피치와 학습자피치의 차이가 클 경우, <그림 7>과 같이 목표피치가 그대로 이식된다면 목표피치와 학습자피치의 차이로 인해 <그림 8>에서 설명하는 바와 같이 이식된 합성음이 학습자의 음색과는 다른 이질적 음색을 가지게 되어 학습자에게는 낯선 음성이 되어버린다. 또한 과도한 신호처리로 인한 신호의 왜곡이 발생할 확률이 높아진다.

3. 운율이식기술의 개선

3.1. 피치이식

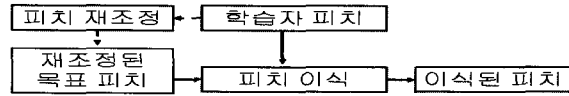
피치이식에 있어서 목표피치와 학습자피치의 차이로 인한 음색변화를 방지하려면 <그림 9>에서와 같이 이식된 음성의 피치를 재조정(rescaling)하는 작업이 필요하다. 이러한 피치 재조정으로 음색이 변질되는 것을 막을 수 있다. 그러나 이식된 발화를 피치변환해서 학습자피치에 맞추기 전의 피치이식 과정에서 과도한 신호처리로 인한 신호왜곡의 가능성은 여전히 문제점으로 남아 있게 된다.



<그림 9> 이식된 피치의 재조정과 피치이식

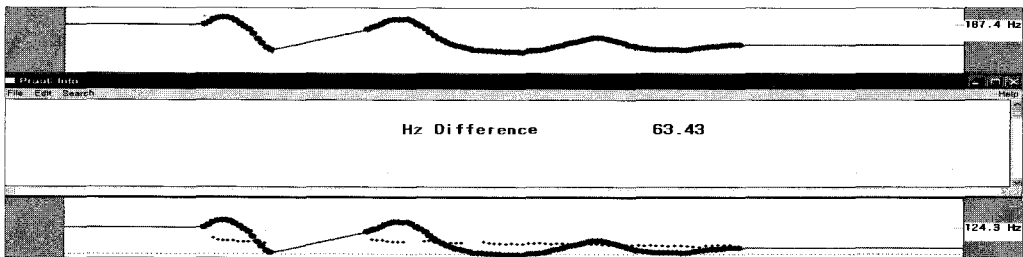
목표피치와 학습자 피치의 차이가 클수록 과도한 신호처리로 인한 신호왜곡의 가능성은 커진다고 말할 수 있다. 이러한 왜곡을 최소화하기 위해서는 <그림 10>과 같이 피치이식 이전에 목표피치를 재조정해야 한다. 목표 피치를 학습자의 피치에 근접하도록 미리 재조정하고 여기에 맞도록 학습자의 발화를 피치변환 하기

만 하면 되므로 과도한 신호처리의 가능성이 크게 줄게 되고 음색변질도 막을 수 있게 된다.

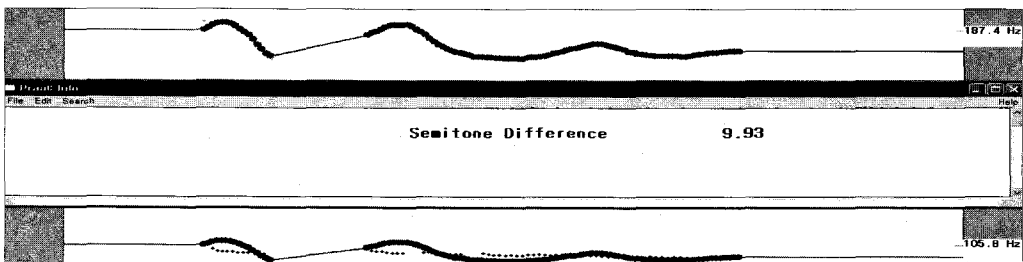


<그림 10> 목표피치의 재조정과 피치이식

<그림 11>과 <그림 12>는 목표피치를 재조정 후 이식한 예인데 두 가지의 피치 재조정¹⁾ 방법을 보여주고 있다. 상단에는 목표피치곡선이 있고 중간에는 목표피치 평균과 학습자피치 평균과의 차이가 있고 하단에는 각각 Hz와 Semitone으로 재조정된 후 이식된 목표피치 곡선(실선)과 학습자 피치곡선(점선)이 있다. 피치 재조정은 목표피치 평균과 학습자피치 평균의 차이만큼 목표피치곡선을 이동시키는 방식을 택하였다. Semitone이나 로그 스케일은 인간의 청각기제(hearing mechanism)를 잘 반영하는 것으로 보고되고 있어 피치 재조정에 있어서 Hz보다 바람직하다 하겠다. 본 연구에서 실시한 청취실험에서도 Semitone이 Hz보다 선호되고 있는 것으로 나타났다.



<그림 11> 목표피치 재조정(Hz) 및 이식된 피치(실선)와 학습자피치(점선)



<그림 12> 목표피치 재조정(Semitone) 및 이식된 피치(실선)와 학습자피치(점선)

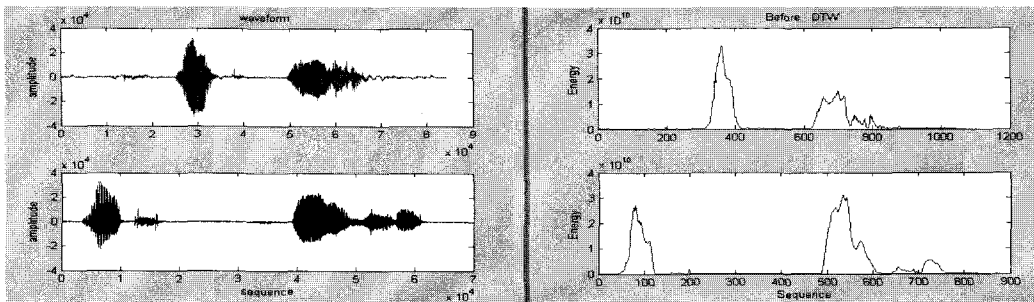
1) Praat Script 참조[9].

3.2. 자동운율이식

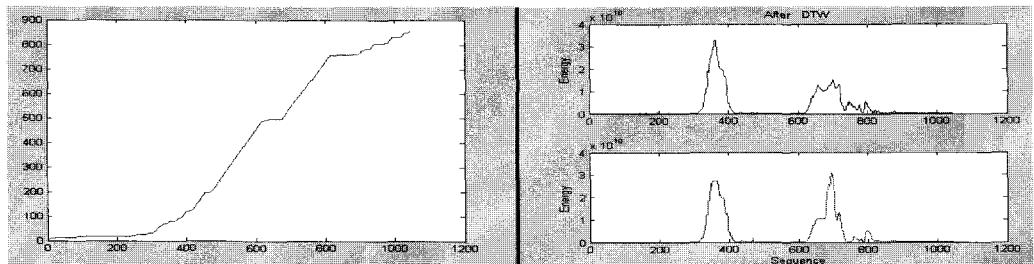
기존의 운율이식은 수작업에 의존함으로써 성능에 있어서 일관성이 떨어지고 긴 시간이 걸려야 하는 단점이 있었다. 이러한 문제는 원어민의 발화에서 수작업에 필요한 음향적 단서들(예, 포먼트, F0, 에너지)이 약화되거나 결여될 때 더욱 악화된다.

이를 해결하기 위해 동적시간정합(Dynamic Time Warping)기술을 도입해 수작업으로 이루어졌던 음성 레이블링을 자동화함으로써 일관성을 확보하고 운율이식 전반의 자동화를 통하여 운율이식기술이 영어운율 교육의 도구로 활용될 수 있는 가능성을 모색해 보았다. 또한 수작업과 비교한 성능평가를 통해 자동운율이식 성능의 가능성을 알아보았다.

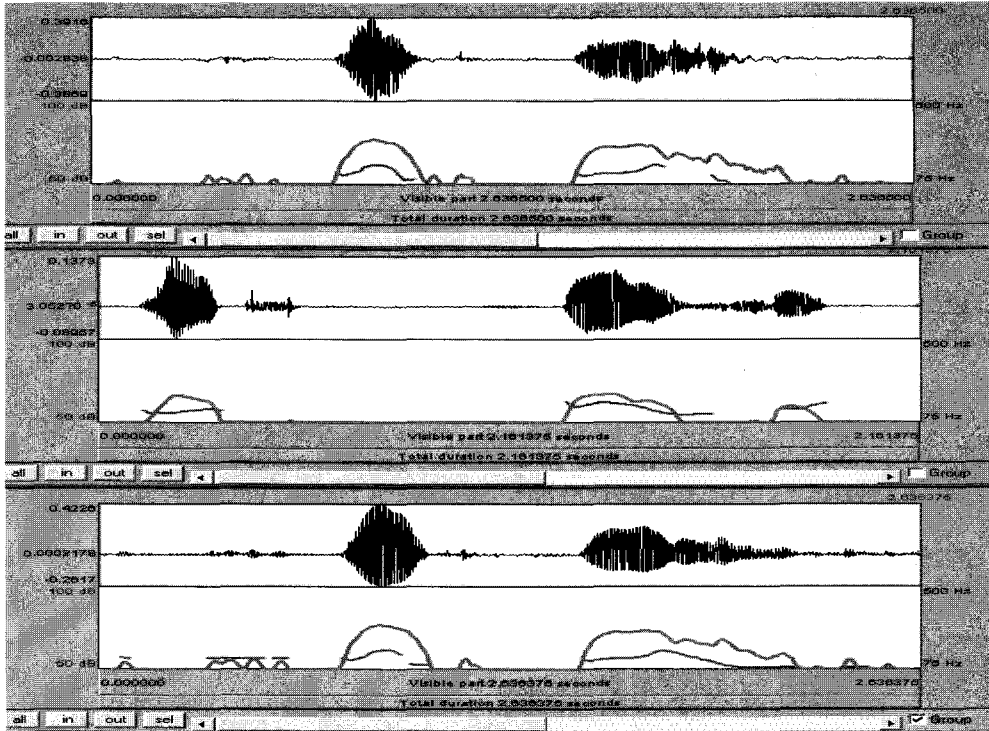
동적시간정합기술이란 길이가 다른 두 신호에서 그 구성요소들의 거리정보를 계산하고 거리를 최소화하는 방향으로 두 신호의 길이를 맞추어주는 기술을 말한다. 예를 들어, 영어 원어민과 한국인 학습자 발화의 경우, 길이가 다른 두 발화에서 음향적단서를 기반으로 거리를 계산해서 이 거리가 최소화되는 조건을 만족시키도록 길이를 맞추어 주는 것이다.



<그림 13> 미국인(상)과 한국인(하) 발화의 파형(좌)과 시간에 따른 에너지 곡선(우)



<그림 14> 미국인(상)과 한국인(하) 발화를 정합시키는 최적경로(좌)와 정합된 두 발화의 에너지 곡선(우)



<그림 15> “Mike, where is she?” - 미국인 발화의 파형, 피치, 강도 곡선(상)과 한국인 발화의 파형, 피치, 강도 곡선(중)과 미국인의 지속시간, 피치, 강도를 한국인 발화에 자동운율이식기술로 이식한 결과(하)

<그림 13>은 길이가 서로 다른 미국인과 한국인 발화의 파형과 시간에 따른 에너지 곡선을 보여주고 있다. 이것을 동적시간정합해서²⁾ 얻어진 결과가 <그림 14>에 나타나 있다. 동적시간정합기술로 한국인 발화의 지속시간을 미국인의 발화의 지속시간에 맞춘 후에는 Praat[11]를 사용해³⁾ 피치를 이식하고 강도를 이식한다. <그림 15>에 각각의 발화의 파형과 피치 및 강도 곡선이 나타나 있는데 원어민의 발화(상)와 한국인 학습자의 발화(중) 그리고 원어민의 운율을 한국인 발화에 자동운율이식으로 이식한 결과(하)를 보여주고 있다.

4. 실험 및 결과

자동운율이식기술의 성능평가를 위해 본 연구에서는 감탄문, 명령문, 부가 의문문, 예/아니오 의문문, Wh 의문문 등등이 포함된 다양한 8문장을 미국인 1명⁴⁾과

2) Matlab 소스코드 참조[9].

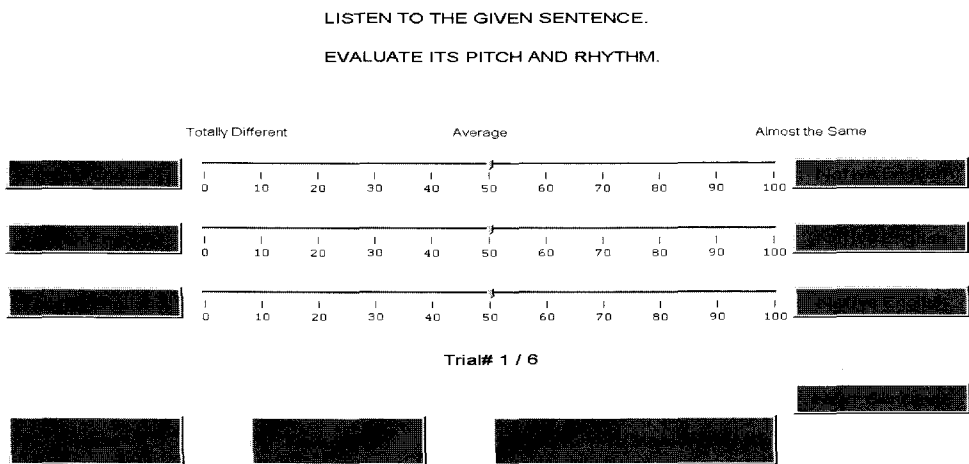
3) Praat Script 참조[9].

한국인 1명⁵⁾이 자연스럽게 읽은 16개의 발화(한국인 8발화 + 미국인 8발화)⁶⁾를 대상으로 운율이식과 분석을 하였다. 이를 수작업과 비교한 결과가 <표 2>에 나와 있다. 수작업 경계와 자동운율이식 경계와의 차이가 30 ms 이내인 경우는 91.18%, 20 ms 이내는 83.82%, 10 ms 이내는 73.53%인 것으로 나타났다. 이것은 최근의 음성인식기술로 경계 검출한 결과와 비슷한 것이다[12].

<표 2> 자동운율이식으로 처리한 결과와 수작업 비교

경계오차 범위	정확도
≤ 10 ms	73.53%
≤ 20 ms	83.82%
≤ 30 ms	91.18%

다음으로 수동 운율이식 결과와 자동 운율이식 결과를 비교하는 청취실험에 8명의 미국인과 16명의 한국인이 청취실험에 참여하였다. 실험에 사용한 자극은 앞에서 사용한 8문장 중 6문장을 선택해 미국인 1명과 한국인 1명이 읽고 녹음한 발화와 이들을 운율이식(수동, 자동)한 발화를 포함해 24 (6×4) 발화로 구성되었다.



<그림 16> 수동 운율이식과 자동 운율이식 비교실험을 위한 컴퓨터 인터페이스

청취실험은 Alvin[13]을 사용해 아날로그 스케일로 평가하도록 구성하였다. <그림 16>에서 왼쪽에 있는 세 개의 'Korean English' 버튼을 클릭하면 한국인 화자의 영어발화, 원어인 운율을 수동으로 한국인 발화에 이식한 합성음, 원어인 운율을

4) 미시간주 출신, 50대초반의 미국 초등학교 교사

5) 부산대학교 전자공학과 학생, 20대 중반

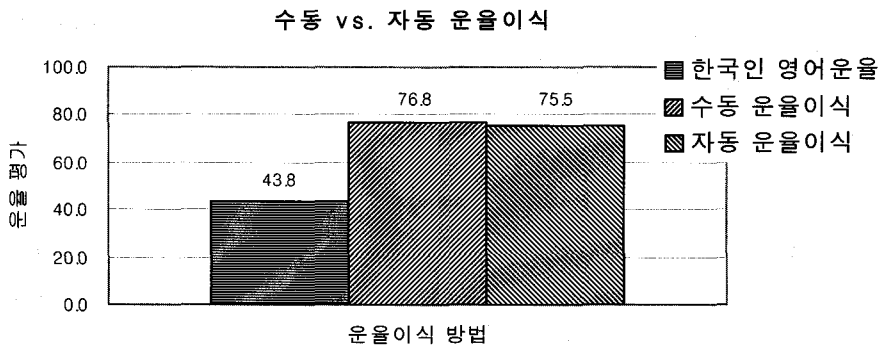
6) Senheiser PC150 headset 마이크와 노트북 PC 사용 - 16bit 22,050Hz 양자화

자동으로 한국인 발화에 이식한 합성음을 들을 수 있게 된다. 이들 세가지 발화의 제시 순서는 무작위처리 되었고 6문장의 제시순서도 무작위처리 되었다. 오른쪽에 있는 세 개의 버튼을 클릭하면 왼쪽과 동일한 문장을 원어민의 운율로 듣게 된다. 이 세 개의 버튼은 모두 동일한 발화를 듣도록 구성되었다.

피험자들은 한국인의 발화와 원어민의 발화를 듣고 슬라이드 위에 있는 슬라이드바를 마우스로 움직여 두 운율의 유사도를 100% 스케일로 표시하도록 지시받았다. 예를들어, 'Korean English1'과 'Native English'를 들어 보고 운율이 비슷할수록 오른쪽(100%)에 가깝도록 슬라이드바를 움직이고 상이할수록 왼쪽(0%)에 가깝도록 슬라이드바를 움직이는 것이다. 슬라이드바의 위치는 수치화되어 자동으로 입력되도록 되었다.

피험자들이 원하는 만큼 발화를 들을 수 있게 하였고 지나간 발화도 다시 돌아갈 수 있게 하였다. 청취실험에서 이산(discrete)스케일보다 아날로그 스케일이 피험자의 일관성 확보에 유리하고 복수의 자극을 한 화면에서 아날로그 스케일로 동시에 비교하는 것이 신뢰도와 일관성을 더욱 높여주는 것으로 보고되고 있다[14].

청취실험 결과 미국인과 한국인간의 차이는 없었는데 이것은 미국인 10명 한국인 20명의 두 그룹이 이식된 운율총체를 대등한 민감도로 인식했다는 연구[9]와 일치하는 결과이며 운율이식이 영어운율교육에 유용한 도구로서의 가능성이 있음을 보여준다. <그림 17>에 나타난 바와 같이 수동 운율이식과 자동 운율이식의 성능은 거의 비슷한 것으로 나타났고 두 가지 방식으로 이식한 운율 모두가 한국식 영어의 운율보다는 월등히 좋은 것으로 나타났다. 이것은 자동운율이식에 사용된 DTW의 거리척도에서 MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficients)의 정적(static)계수만 사용한 결과이므로 델타(delta, delta-delta)계수와 에너지를 사용하면 더 좋은 결과를 얻을것으로 기대한다.



<그림 17> 수동 운율이식과 자동 운율이식을 비교한 인식실험 결과

5. 결 론

본 논문에서는 운율교육을 위한 운율이식과 기존 운율이식의 문제점을 살펴보고 영어운율 교육을 위한 운율이식기술의 필요성을 논하였다. 구 억양에 기반한 한국어 운율구조에 익숙한 한국인 학습자들이 어휘 강세에 기반한 영어 운율을 학습할 경우 두 언어간 운율구조의 차이로 인해 영어 운율을 제대로 인식하고 발화하는데 어려움을 겪게 된다. 이때 운율이식 기술을 사용하면 개개의 운율요소와 이들의 유기적 결합인 운율총합을 비교하고 학습자에게 취약한 특정 운율요소를 집중적으로 훈련할 수 있게 된다.

운율이식기술의 또다른 장점은 운율학습에 있어서 운율과 분절음을 따로 분리함으로써 심적자원을 분절음학습에 분산시키지 않고 모두 운율학습에 집중할 수 있다는 것이다. 또한 학습자는 친숙한 자신의 목소리로 학습함으로써 집중도와 흥미도를 높일 수 있다.

그러나 기존의 운율이식기술을 운율교육에 사용할 때 문제점이 있었다. 원어민 피치와 학습자 피치의 차이가 클 경우 단순한 이식으로 인해 학습자의 음색과는 동떨어진 음색을 가진 발화가 합성되고 신호처리기술(PSOLA)의 한계로 인해 음질의 저하를 가져올 가능성이 있었다. 또 하나는 수작업에 의존한 레이블링 때문에 실시간 처리가 어렵다는 점이었다. 인간의 판단에 의존하는 수작업은 레이블링하는 사람마다 결과에 차이가 있을 수 있고 동일한 사람의 결과들 간에도 일관성이 떨어지기 쉽다는 단점이 있었다.

본 연구에서는 이러한 운율이식과정의 단점을 극복하는 자동화 방법을 제안하였다. 자동 운율이식은 기존의 운율이식과 비교한 성능평가에서 뒤떨어지지 않았으며 더 나아가 실시간 처리의 장점으로 인해 교육적 활용가치가 높고 수작업에 비해 일관성 있는 결과로 안정된 성능을 기대할 수 있다. 또한 분절음(segment)내의 미세피치(micro pitch)변화까지 반영할 수 있어 한국인이 어려워하는 영어의 어휘 강세를 보다 효과적으로 인식하고 학습에 사용할 수 있다. 이상의 연구가 효과적인 영어운율 교육에 도움이 될 수 있기를 바란다.

참 고 문 헌

- [1] F. Ferreira, M. Anes, M. Horine, "Exploring the use of prosody during language comprehension using the auditory moving window technique", *Journal of Psycholinguistic Research* Vol. 25, No. 2, pp. 273-290, 1996.
- [2] O. Bagou, C. Fougeron, U. Frauenfelder, "Contribution of prosody to the segmentation and storage of 'words' in the acquisition of a new mini-language", *Speech Prosody-2002*, pp. 159-162, 2002.

- [3] J. Anderson-Hsieh, R. Johnson, K. Koehler, "The relationship between native speaker judgments of nonnative pronunciation and deviance in segmentals, prosody and syllable structure", *Language Learning*, 42, pp. 529-555, 1992.
- [4] K. Yoon, "Imposing native speakers' prosody on non-native speakers' utterances", *WESPAC IX 2006, The 9th Western Pacific Acoustics Conference*, 2006.
- [5] E. Moulines, F. Charpentier, "Pitch synchronous waveform processing techniques for text-to-speech synthesis using diphones", *Speech Communication*, Vol. 9, pp. 453-467, 1990.
- [6] M. Hewings, *The English Intonation of Non-native Speakers*, Unpublished Ph.D. thesis, University of Birmingham, 1993.
- [7] S. Jun, *The Phonetics and Phonology of Korean Prosody: Intonational Phonology and the Prosodic Hierarchy*. New York: Garland, 1996.
- [8] S. Guion, "Knowledge of English word stress patterns in early and late Korean-English bilinguals", *Studies in Second Language Acquisition*, Vol. 27, 503-533, 2005.
- [9] S. Yi, *Perception of English Prosody by Americans and Koreans and Its Pedagogical Implications*, Ph.D. Dissertation, Busan: Pusan National University, 2007.
- [10] S. Guion, J. Clark, T. Harada, R. Wayland, "Factors affecting stress placement for English non-words include syllabic structure, lexical class, and stress patterns of phonologically similar words", *Language and Speech*, Vol. 46, pp. 403-427, 2003.
- [11] P. Boersma, "Praat, a system for doing phonetics by computer", *Glott International*, Vol. 5, 9/10, pp. 341-345, 2005.
- [12] H. Park, H. Kim, "Acoustic Modeling and Energy-Based Postprocessing for Automatic Speech Segmentation", *Journal of the Phonetic Society of Korea*, Vol 43, pp. 137-150, 2002.
- [13] J. Hillenbrand, Alvin experiment-control software: Full install (v 1.19, 2/24/2006), <http://homepages.wmich.edu/~hillenbr/>, 2006.
- [14] S. Granqvist, "Enhancements to the Visual Analogue Scale, VAS, for listening tests", *TMH-QPSR*, 4/1996, 1996.

접수일자: 2007년 2월 15일

게재결정: 2007년 3월 22일

▶ 이서배(So Pae Yi)

주소: 609-735 부산시 금정구 장전동 산30번지 부산대학교 전자공학과 음성통신연구실

소속: 부산대학교 인지과학 협동과정

전화: 010-5555-6305, 055-339-9555, 051-516-4279

E-mail: sopaeyi@pusan.ac.kr