

발음속도에 따른 한국어의 휴지기 규칙 및 평균음절길이 조절규칙

Control Rules of Synthetical Pauses and Syllable Duration depending on Pronunciation Speed in Korean Speech

김 재 인*, 김 진 영**, 이 태 원***
(Jae In Kim*, Jin Young Kim**, Tae Won Rhee***)

요 약

본 논문에서는 18명의 아나운서로부터 녹음된 문장으로부터 분석된 결과를 바탕으로 하여 발음속도에 따른 한국어의 휴지기 규칙과 음절길이 조절규칙에 대하여 논하였다. 휴지기 규칙은 문장과 문장 사이, 절과 절 사이 그리고 말 토막과 말 토막 사이의 휴지기로 나누어 분석하였다. 분석결과로부터 다음과 같은 길이조절규칙을 찾아낼 수 있었다. 낭독체에 있어서 한 문장의 전체길이가 늘어날수록, 즉 발음속도가 늘어날수록, 늘어난 발음길이의 대부분을 문장사이 그리고 절 사이의 휴지기가 차지한다. 그리고 평균음절의 길이는 휴지기에 비교할 때 상대적으로 작게 증가한다. 또한 말 토막사이의 휴지기는 발음을 빠르게 할 때에는 발화되지 않다가 발음속도가 느려짐에 따라서 서서히 발화되기 시작한다.

Abstract

In this paper we extracted control rules of synthetical pauses and syllable durations depending on pronunciation speed in Korean speech from the spoken sentences recorded by 18 professional announcers. Pause rules were divided into three categories: pause between sentences(PBS), pause between clauses(PBC) and pause between intonational phrases(PBI). From the analysis results it is found that comparing the slowly spoken sentence with the fast spoken sentence the duration difference between them is due to the synthetical pause increments, especially, of PBS and PBC. In addition, it is also found that the increment ratio of the mean syllable duration is low. On the other hand, PBI was not pronounced in the fast spoken sentences, PBI was pronounced at the pronunciation speed(PS) over some PS.

I. 서 론

운율에 대한 연구는 순수히 음성학적 측면의 관심사일뿐 아니라 문자음성합성시스템을 연구하는 많은 연구자들의 관심사이기도 하다. 왜냐하면, 적절한 운

율조절이 없이는 자연성(naturalness)이 있는 합성음을 만들어낼 수가 없기 때문이다. 최근 몇 년 동안 한국어 합성시스템에 대한 연구가 활발해짐에 따라서 한국어의 운율에 대한 연구도 활발하여 여러 성과를 거두어 왔다[1-5]. 또한 몇몇의 합성시스템에서는 지금까지의 연구결과를 적용하여 아주 만족스럽지는 못하지만 자연스럽게 들리는 합성음을 만들어 내기도 한다[6-9]. 그런데 지금까지의 운율에 대한 연구를 분류해보면, 한국어의 억양에 대한 연구가 주종을

* 한국통신 소프트웨어연구소

** 전남대학교 전자공학과

*** 고려대학교 전자공학과

접수일자: 1994년 11월 10일

이루고 있으며, 길이 조절 및 세기 조절에 관한 연구는 아직 많은 성과를 보이지 못하고 있다. 특히, 한국어의 운율연구에 대한 두드러진 특징은 발음속도와 무관한 규칙들에 대한 연구에 집중되어 발음속도에 따른 운율제어 규칙이 거의 없는 실정이다. 따라서 한국어의 합성시스템들을 살펴보면, 임의의 발음속도에 따라 자연스러운 합성음을 만들어내지는 못하고 있다[6-9].

본 논문에서는 발음속도에 대한 한국어의 운율현상규명에 관한 첫 번째 연구로서 발음속도에 따른 한국어의 휴지기 규칙과 발음구간에 대한 규칙에 대하여 연구하였다. 즉, 길이조절에 대한 연구를 수행하였다. 물론 발음속도가 변함에 따라서 억양현상 또한 변화하게 되겠으나 이는 다음의 연구과제로 한다. 발음속도에 따른 발음상의 길이변화는 크게 구분된 적인 현상과 음성학적인 현상으로 나누어 볼 수 있다. 즉, 발음속도가 늘어나면, 문장과 문장사이, 절과 절사이 말 토막과 말 토막 사이 등에 존재한 휴지구간이 늘어날 뿐 아니라 한 음절음절을 발음하는 속도 또한 느려지게 된다. 또한 발음속도의 변화는 소리를 만들어 내는 조음현상에 크게 영향을 주므로 음절 내에 위치하는 한 음소음소의 길이 또한 변화하게 될 것이다. 본 논문에서는 길이에 대한 현상 중 구분론적인 측면에 대한 고찰을 하고자한다. 위에서 설명했듯이 음절 및 음소의 길이의 음성학적 변화는 이 논문에서 고려하지 않고 한 음절의 평균음절길이라는

파라미터로서 고려한다. 따라서 본 논문의 목표는 문어체의 문장에 대하여 발음속도에 따른 휴지구간 및 평균음절길이를 분석하고 이를 모델링하여 수학적으로 이들에 대한 규칙을 정하고자 하는 것이다.

II. 본 론

본 장에서는 먼저 발음속도에 따른 한국어의 휴지구간 및 음성구간 분석을 위하여 정한 실험문장 및 발음문장의 채취 방법에 대하여 논한다. 다음 채취된 데이터를 분석하고 검토하여 제어규칙을 확립하고 이를 검증하기 위하여 채취한 검증용 화자의 데이터와 비교하여 추출된 휴지구간 및 평균음절길이 제어규칙에 대한 타당성을 검증하고자 한다.

II.1. 실험문장의 채취

실험용문장은 물론 임의의 문장을 선택하여 사용하지 만 문장의 선택함에 있어서 몇 가지의 제약조건이 따른다. 첫째, 시험문장은 적절한 발음길이를 가져야 한다. 왜냐하면 짧은 문장을 사용할수록 분석된 결과의 오차가 커질 것이기 때문이다. 둘째로 실험문장은 한국어의 문법구조를 끌고루 반영하고 있어야 한다는 것이다. 본 논문에서 제시하고자 하는 결과가 실험문장이란 특정된 문장에만 적용되는 규칙이 아니라, 무제한의 문장의 합성 시에 적용하고자 하는 결과이기 때문이며, 추출된 규칙의 구분론적인 일반

표 1. 실험문장

문 장
가을은 참 이상한 계절이다. 조금 차분해진 마음으로 오던 길을 되돌아 볼 때, 푸른 하늘 아래서 시름시름 앓고 있는 나무들을 바라볼 때, 산다는 게 뭘까하고 문득 혼자서 중얼거릴 때, 나는 새삼스레 착해지려고 한다. 나뭇잎처럼 우리들의 마음도 옅은 우수에 물들어 간다. 그래서 집으로 돌아가는 버스 안의 대중가요에도 속이 뻘뻘 들여다보이는 그런 가사하나에도 끝잘 귀를 기울인다. 오늘 낯 사소한 일로 직장의 동료들 서운하게 해준 일이 마음에 걸린다. 지금은 어느 하늘 아래서 무슨 일을 하고 있을까, 멀리 떠나 있는 사람의 안부가 궁금해진다. 깊은 밤 등하에서 주소록을 펼쳐들고 친구들의 눈매를 그 음성을 기억해 낸다. 가을은 그런 계절인 모양이다.

성을 획득하기 위해서이다. 즉, 실험문장은 '나는 학생이다'와 같이 구문론 적으로 너무 단순한 문장만을 사용해서는 안된다는 것이며, 삽입절 그리고 연결절 등의 다양한 문장구조를 반영하고 있어야 한다. 본 논문에서는 위의 두 가지의 조건을 만족시키기 위하여 다음의 문장들을 사용하였다.

표 1의 문장은 임의의 수필집에서 주어진 조건을 만족하는 문장을 뽑은 것인데, 총 258개의 어절로 이루어져 있으며 정상적인 보통 발음속도로 발음을 했을 때 약 1분 정도의 속도가 걸린다.

다음으로 중요한 것은 위의 실험문장에 대한 발음을 채취하는 것이다. 발음된 문장채취에서 고려할 사항은 서울말씨를 사용하여야 하는 것과 될 수 있으면 발음 훈련을 받은 사람을 대상으로 해야한다는 것이다. 이러한 조건을 만족하기 위하여, 실험에 필요한 데이터의 수집은 서울시내 대학교 방송실에서 아나운서로 활동하고 있는 20대의 남자 8명과 여자 10명의 총 18명의 아나운서를 대상으로 하였다. 발음은 특정속도를 지정하지 않고 아나운서들이 문장을 한번 읽고 나서 자유로이 화자 자신의 속도로 읽도록 하였다. 여기서 발음속도를 지정하지 않은 것은 발음속도를 분당 몇 자 하고 줄 수가 없을 뿐더러, 발음속도를 지정하므로 써 화자에게 부담을 주지 않기 위해서이다. 또한, 각기 화자가 나름대로 발음한 문장들은 발음속도가 각양각색이어서 한 아나운서로부터 많은 양의 문장을 녹음하지 않아도 도출된 규칙이 객관성을 유지할 수 있기 때문이다. 한편, 본 논문에서는 두 명의 남녀 아나운서를 지정하여 자신의 정상적인 발음속도보다 빠른 발음속도에서 느린 발음속도까지 5가지의 발음속도로 발음하게 하여 문장을 채취하였는데, 이 문장들로부터의 결과는 도출된 규칙들의 검증에 사용하도록 하였다. 여기서 발음속도는 분당 몇 자의 지정하여 발음시킨 것이 아니라, '아주빠르게'부터 '아주느리게' 사이로라는 추상적인 발음 속도를 부여하고, 발음을 5번 시킨후, 발음된 결과를 가지고 분당 몇 자의 객관적인 발음속도로 변환하여 사용하였다.

한편, 발음문장의 분석은 자체 개발한 음성편집용 S/W를 이용하여 수작업으로 일일이 휴지구간과 발음구간에 대한 정보를 측정하였다.

II.2. 실험데이터의 분석

II.2.1. 분석대상

서론에서 기술한 바와 같이 본 논문에서 일차적으

로 분석하고자 하는 대상은 발음속도에 따른 구문론적인 휴지구간이다. 구문론적인 휴지기는 관점에 따라서 여러 가지로 세분할 수도 있겠으나 본 논문에서는 분석데이터의 결과를 고려하여 다음의 세 가지를 분석대상으로 삼았다.

① 문장과 문장사이의 휴지기

② 절과 절 사이의 휴지기

③ 말 토막과 말 토막사이의 휴지기

위에서 말 토막이라는 것은 말을 끊어 읽는 단위를 말하는데[10], 물론 이 말 토막의 사이에도 묵음구간이 존재하지 않을 수 있다. 한국어에서는 말 토막사이에서 피치가 상승하는 현상을 보인다고 하며, 따라서 이를 억양의 기준 단위인 억양구(intonational phrase)라고 하기도 한다. 한편, 발음된 문장 속에서 위의 세 가지의 휴지구간을 제거하면 순수하게 음성이 존재하는 구간을 구할 수 있다. 이를 총발음음절로 나누면 한 음절 당 평균음절구간이 구해지는데, 이 또한 분석의 대상으로 삼았다. 그리고 발음속도에 따라서 말 토막사이의 묵음구간이 발화되기도 하고 생략되기도 하는데, 발음속도에 따른 말 토막사이의 휴지기의 발화비율도 측정하였다.

모든 분석의 기준인 발음속도는 분당 발음음절수로써 '음절/분'의 단위이다.

II.2.2. 개략적 분석

휴지기 및 음성구간의 개략적인 변화를 살펴보기 위하여 먼저 그림 1을 살펴보자. 그림 1은 총 발음시간에 따른 총 휴지구간과 음성구간을 그린 것이다. 총 휴지구간은 문장과 문장 그리고 절과 절 사이의 휴지구간을 모두 합친 것이며, 총음성구간은 말 토막사이의 휴지기를 포함하고 있다. 그림에서 직선은 1차 직선으로 모델링을 한 결과이다. 그림에서 다음과 같은 것을 알 수 있다. 발음시간이 약 40초 증가함에 따라서 총휴지구간은 25초 정도가 증가하였으며, 총음성구간은 15초 정도가 증가되었다. 즉, 총휴지구간이 문장발음시간에서 차지하는 비율은 총음성구간에 비해 발음속도가 느려짐에 따라 더욱 커진다는 사실이다. 한편, 점선은 말 토막사이의 휴지구간을 제외한 음성구간의 합계인데, 말 토막사이의 휴지구간을 제외시킴에 따라, 문장발음시간의 증가에 따른 음성구간의 증가비율이 더욱 작아짐을 알 수 있다.

위에서 언급한 사실들을 종합하여 볼 때, 발음속도가 느려짐에 따라 묵음의 구간이 차지하는 비율이 점

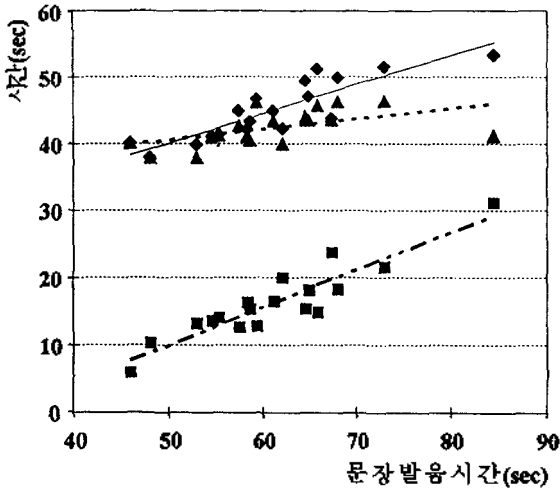
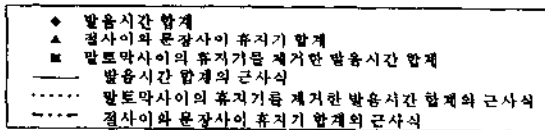


그림 1. 문장 발음 시간과 휴지기 합과의 관계
 Fig 1. Relationship between duration of reading out the sentence and pause amount



차로 커지며, 음성구간의 증가비율이 작은 것을 알 수 있다. 이러한 사실은 한국어 합성시스템에서 발음 속도를 조절할 때 사용하는 음성구간과 휴지구간의 동비율조절은 잘못된 방법임을 알 수 있다.

II.2.3. 발음속도에 따른 한 음절 평균발음길이 분석

위에서 우리는 발음속도가 느려지거나 빨라지거나 할 때, 주로 변화하는 부분이 휴지구간임을 보인 바 있다. 그림 2는 분당 발음음절수를 기준으로 나타낸 발음속도 대 평균음절길이를 보인 것이다. 평균음절 길이는 말 토막사이의 휴지구간을 포함한 것과 포함하지 않은 것 두 가지를 그렸다. 그림 2에서 보인 바와 같이 발음속도가 180 음절/분에서 340 음절/분으로 약 2배 가량 변하는 동안 음절의 길이는 약 50 ms 길이 정도의 작은 변화 폭을 가지고 있으며, 말 토막 내의 휴지기를 제외한 음절의 길이는 그 변화 폭이 더욱 작아지고 있음을 알 수 있다. 이 두개의 데이터를 선형회귀를 한 결과의 직선을 살펴보면, 말 토막의 휴지기를 포함한 경우는 기울기가 -0.4, 포함하지 않은 경우는 -0.1의 기울기를 갖고 있다. 이러한 결과는 발음속도에 따라 한 음절을 발음하는 평균길이는 거의 변하지 않음을 나타내고 있다.

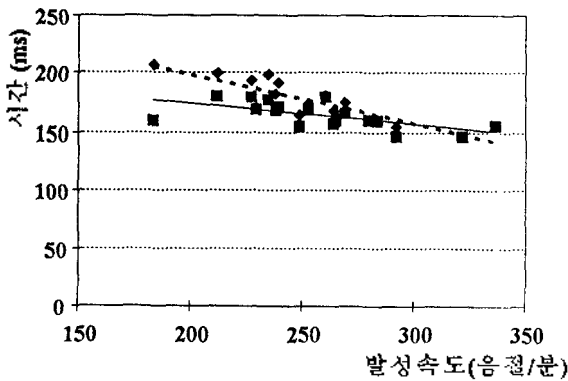
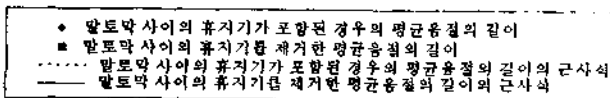


그림 2. 발성속도와 평균음절길이의 관계
 Fig 2. Relationship between utterance speech and average syllable length



II.2.4. 발음속도에 따른 각 휴지기 길이 분석

발음속도에 따라 절과 절 사이 그리고 문장과 문장 사이에 삽입되며, 말 토막과 말 토막사이도 휴지기가 삽입된다고 하였다. 단 이 말 토막사이의 휴지기는 발음속도와 무관하게 항상 같은 자리에 존재하는 것이 아니라, 발음속도가 느려짐에 따라서 점차로 끊어 읽는 구간이 많아지게 된다. 하여튼 이 각 세 가지의 휴지기에 대하여 평균휴지구간을 구하였다. 그림 3은 이 결과를 보여준다. 각각의 그림 위의 선들은 주어진 데이터에 대한 지수함수의 모델링을 보여준다. 이 그림에서 먼저 알 수 있는 것은 절 사이의 휴지기가 문장사이의 휴지기에 비하여 그 길이가 길다는 것이다. 어느 한 실험화자를 제외하지 않고 18명의 화자 공히 이러한 경향을 보이고 있다. 이러한 사실은 저급까지의 상식인 문장사이의 휴지구간이 절 사이의 휴지구간에 비하여 크다는 사실에 대해 어긋나는 결과이다. 각 데이터를 모델링을 한 선들을 살펴보면, 절 사이의 휴지기에 있어서는 화자마다 좀 큰 편차를 보이고 있기는 하지만, 발음속도가 느려짐에 따라 문

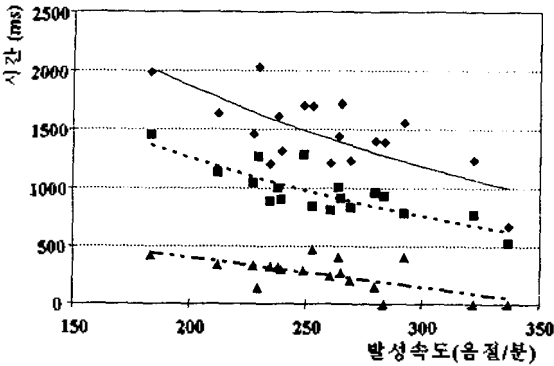


그림 3. 발성속도와 휴지기 시간과의 관계
Fig 3. Relationship utterance speech and average pause length

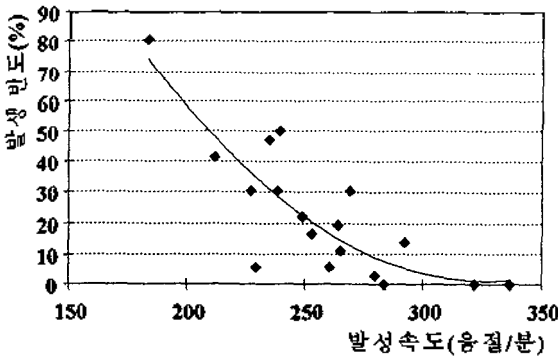
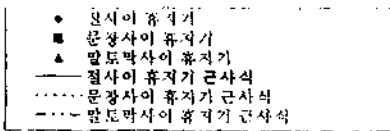
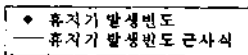


그림 4. 발성속도대 말토막 사이에 휴지기 발생빈도와 관계
Fig 4. Relationship between utterance speed and pause occurrence frequency



장과 문장 그리고 절과 절 사이의 휴지구간의 증가율이 점점 커지는 지수함수를 만족하고 있음을 알 수 있다. 한편 말 토막사이의 휴지기를 살펴보면, 발음속도가 아주 빠른 경우에는 말 토막사이 휴지구간이 존재하지 않고 하나의 절을 한문에 읽어버리는 것을 알 수 있다. 그리고 발음속도가 느려짐에 따라 약 330 음절/분 이상의 속도에서 말 토막사이의 휴지구간이

서서히 증가하고 있음을 알 수 있다.

II.2.5. 발음속도와 말 토막사이 휴지기 개수

위 절에서 언급한 바와 같이 실험데이터를 분석하였을 때, 말 토막사이의 휴지기는 발음속도가 아주 빠를 때는 존재하지 않다가 발음속도가 느려짐에 따라 증가하였다. 즉, 발음속도가 느려짐에 따라서 끊어 읽는 횟수가 증가하였다. 그림 4는 총 가능한 말 토막사이의 휴지기 개수에 대한 발화된 휴지기 개수의 비율을 그린 것이다. 여기서 총 가능한 말 토막사이의 휴지기 개수는 물론 문장과 문장사이 그리고 절과 절 사이의 휴지기는 제외시킨 것이며 실험화자들이 발음한 문장에서 말 토막사이의 휴지기가 발화된 모든 지점들을 센 것으로 모두 36개였다. 즉, 어느 한 화자라도 휴지기를 발화하면, 가능한 말 토막이라고 가정한 것이다. 조사된 말 토막사이를 /로 표시한 결과는 다음과 같다.

가을은/참/이상한 계절이다.

조금/차분해진 마음으로/오던 길을 되돌아 볼 때,
푸른 하늘 아래서/시름시름 앓고 있는/나무들을/바라볼 때,

산다는 게/뭘까하고/문득/혼자서 중얼거릴 때,
나는/새삼스레/착해지려고 한다.

나뭇잎처럼/우리들의 마음도/엷은 우수에/몰들어간다.
그래서/집으로 돌아가는/버스 안의 대중가요에도
속이/뻘뻘 들여다보이는/그런 가사 하나에도/곧잘/
귀를 기울인다.

오늘 낮/사소한 일로/직장동료를/서운하게 해준 일이/마음에 걸린다.

지금은/어느 하늘 아래서/무슨 일을/하고 있을까,
멀리 떠나 있는 사람의/안부가/궁금해진다.

깊은 밤/등하에서/주소록을/펼쳐들고
친구들의 눈매를/그 음성을/기억해 낸다.

가을은/그런 계절인 모양이다.

그림 4를 살펴보면, 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 발음속도가 빠를 때에는 말 토막사이 휴지구간이 존재하지 않다가 발음속도가 느려지면서 점차로 말 토막사이의 휴지기를 발화하게 하게 된다. 그리고 발음속도가 느려짐에 따라 휴지기를 발화하는 개수는 급격하게 증가한다. 그림 4는 단지 휴지구간을 발화하는 비율만을 보이고 있다. 그런데 한가지 생각해 볼 수 있는 것은 첫째로 말 토막사이가 어떠한 규칙

에 의해서 정해지느냐 하는 것이며, 둘째로 발음속도가 느려짐에 따라서 어떤 기준에 의해서 말 토막사이의 휴지기간이 발화되는가 하는 것이다. 예를 들어 실험 데이터를 분석해 보면, '그래서'와 같은 전환부사 다음에 제일 먼저 휴지기간이 발화한다. 따라서, 전환부사와 같이 문 전체를 꾸민다고 볼 수 있는 말 토막 다음에 휴지기간이 먼저 발화하는 것으로 생각된다. 그러나 말 토막사이 휴지기간의 발화지점에 대한 연구는 앞의 연구 대상으로 하겠다.

II.2.6. 각 휴지기 및 평균음절길이의 모델링

지금까지 문장사이의 휴지기, 절 사이의 휴지기, 말 토막사이의 휴지기 그리고 평균음절길이 등이 발음속도에 따라서 어떻게 변화하는지에 대해서 살펴 보았다. 그림 1에서 그림4에 보인 선들은 주어진 데이터에 대한 회귀분석의 결과인데, 회귀분석은 마이크로 소프트웨어의 엑셀에 내장되어 있는 회귀분석 tool을 사용하였다[11]. 이 근사식들은 표 2와 같이 모델링되어 진다.

표 2. 각 데이터의 제어식

[단위:ms]

분석대상	제어식
한음절평균길이	$-0.1715x + 208.27$
말 토막사이의 휴지기	$-2.5479x + 912.89$
절 사이의 휴지기	$4675.8e^{-0.0046x}$
문장사이의 휴지기	$3462.6e^{-0.0051x}$

(여기서, x는 발음속도[음절/분])

위의 규칙들을 한마디로 정리한다면, 발음속도를 느리게 할 때는 각종 휴지기간을 같게 하고 음절의 길이를 조금만 변화하여 조절할 수 있다는 것이다. 만약, 음절의 길이를 조절할 수 없다면, 휴지기간만을 조절하여도 발음속도의 조절이 가능하리라 생각된다.

II.3. 도출된 규칙의 검증

18명의 아나운서의 발음에서 얻어진 결과가 과연 타당한가를 검증하기 위하여 남녀 각 1명씩을 무작위로 선택하여 여러 가지 다른 발성속도로 문장을 읽게 하였다. 이에 대한 녹음은 최초의 18명 화자의 녹음 후 2개월이 지나 후에 하였다. 이는 혹시 시간이

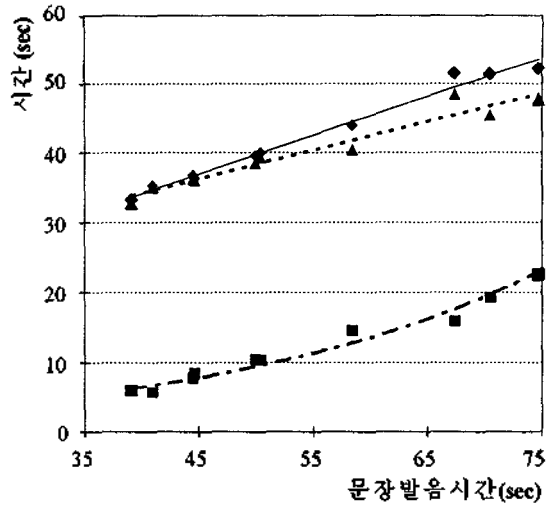


그림 5. 검증용 화자에 대한 문장발음시간과 휴지기 합과의 관계

Fig 5. Relationship duration of reading out the sentence and pause amount for verification

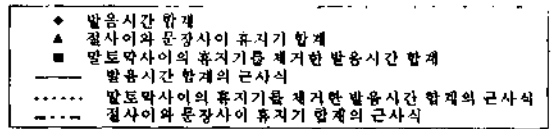
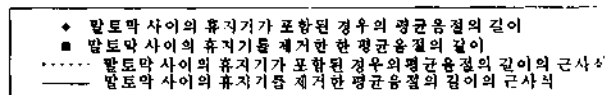


그림 6. 검증용 화자에 대한 발성속도와 평균음절과의 관계

Fig 6. Relationship between utterance speed and average syllable length for verification



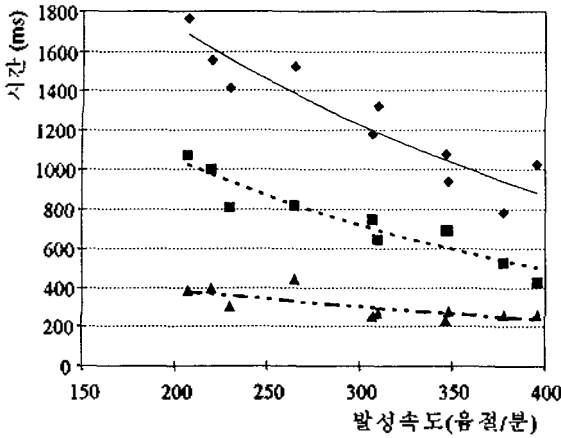


그림 7. 검증용 화자에 대한 발성속도와 휴지기시간과의 관계

Fig 7. Relationship between utterance speed and average pause length

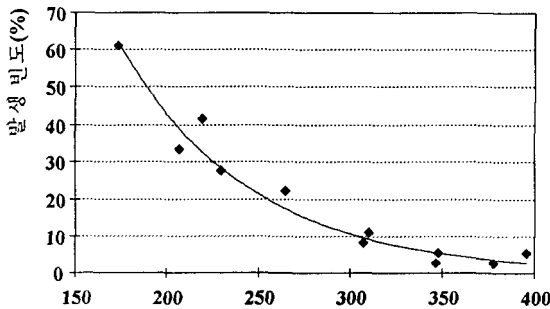
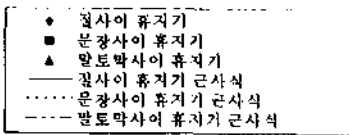
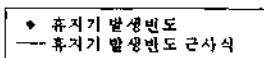


그림 8. 검증용 화자에 대한 발성속도대 말토크사이에 휴지기 발생빈도와와의 관계

Fig 8. Relationship between utterance speed and pause occurrence frequency for verification



흐름에 따라 변화가 있었을 지도 모르기 때문이었다. 녹음 테이터를 분석한 결과는 처음의 녹음 테이터의 결과보다는 좀더 다양한 발성속도에 따른 자료를 얻을 수 있었는데, 이는 녹음 전에 이미 요구사항이 포함되어 있었기 때문에 당연한 결과이다. 하지만 역시

로 발음속도를 지정하였기 때문에 최저속도와 최고속도의 발음인 경우에는 자연성이 부족할 수도 있을 것으로 생각된다. 그림 5에서 그림 8은 2명의 아나운서에 대한 결과를 보여준다. 먼저 그림 5에 나타난 휴지구간의 총합의 변화 폭은 그림 1에서 보인 변화 폭과 유사하지만 발음시간의 합은 변화 폭이 약간 커진 것으로 보인다. 그러나 휴지구간의 변화 폭이 훨씬 크게 변화하고 있다. 그림 6에서 보인 발성속도에 따른 한 음절 길이의 변화 폭은 그림 2와 비교하여 볼 때, 약간 더 증가하고 있으나, 말 토크내의 휴지기를 고려한 한 음절의 길이에 대한 회귀결과직선이 거의 일치하고 있는 것으로 보아 말 토크내의 휴지기를 고려한 한 음절의 길이는 개인의 차에 따라 변화 폭에 증감은 있으나, 그 차이는 말 토크내의 휴지기 길이를 조절하므로써 상쇄시킬 수 있다는 것을 알 수 있다. 한편 휴지기 종류와 발음속도와의 관계를 표사한 그림 7의 결과에서 절 사이의 휴지거나 문장사이의 휴지기는 그림 3의 결과와 같지만 말 토크사이의 휴지기 길이는 개인의 차에 따른 변화를 상쇄시키기 위하여 변화 폭이 둔하게 감소하고 있는 것을 볼 수 있다. 그리고 발성속도에 따른 휴지기의 발생횟수를 나타낸 그림 8역시 그림 4의 경우와 일치하고 있다.

지금까지의 분석결과를 종합해볼 때, 2명의 화자로부터 얻은 결과가 18명의 화자로부터 얻은 결과와 거의 일치하여, 발음속도에 따른 휴지기 및 평균음절길이 규칙이 타당성이 있으며 일반성이 있는 방법임을 알 수 있다.

III. 결 론

본 논문에서는 발음속도에 따른 각종 휴지기의 길이와 평균음절길이에 대한 분석을 임의의 실험문장을 대상으로 하여 분석하였다. 분석결과를 통하여 발음속도가 느려질수록 평균음절길이보다는 휴지기의 길이가 늘어나는 비율이 훨씬 크다는 것을 알 수 있었으며, 그 비율이 발음속도보다 느릴수록 더욱 커지는 지수함수의 형태를 가지고 있음을 알 수 있었다. 반면에 평균음절길이는 150-200ms 정도의 변화를 보였는데, 휴지기의 변화량에 비교할 때 그리 큰 변화는 아니었다. 한편, 말 토크사이의 휴지구간도 발음속도가 느려지면서 서서히 발화되기 시작했으며, 이 휴지기간은 발음속도가 느려질수록 증가하였다. 그러나 한가지 주의해야할 것은 말 토크이라 생각되는

모든 부분들의 사이에서 휴지기간이 발화되는 것이 아니라, 말 토막사이에 휴지기간을 발화하는 갯수 또한 발음속도가 느려짐에 따라 증가한다는 것이다. 물론 말 토막의 구문론 적인 역할에 따라 발음속도에 따라 묵음구간이 삽입되는 순서가 있을 것이다. 본 논문에서는 이에 대한 분석은 차후의 연구과제로 남겨 두었다.

본 논문에서는 순수히 음성학적 관점에서 볼 때 매우 흥미 있는 결과를 얻을 수 있었으며, 본 논문의 결과가 음성합성에 응용되어지면 자유로이 발음속도를 바꾸면서도 자연스러움을 유지할 수 있는 합성시스템을 구현할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 고 도홍, Declarative Intonation in Korea, 한신출판사, 1988.
2. 김 진영, 성 평모, 한국어 문자-음성 변환 운율제어 프로그램 개발, 연구보고서, 한국전기통신공사, 1990.
3. 김 진영, 성 평모, "한국어의 억양에 관한 연구." Korean-Japan Joint Symposium on Acoustics, pp. 292-297, 1991.
4. 김 연준, 오영환, "한국어 문자-음성 변환 시스템에서의 구문분석에 의한 운율조절에 관한 연구," 제 10회 음성통신 및 신호처리 워크샵, pp. 285-290, 1993.
5. 이 정철, 김 상훈, "최소자승모차돌 이용한 세그먼트 피치패턴 정형화," 제 11회 음성통신 및 신호처리 워크샵 논문집, pp. 107-110, 1994.
6. 안 승권, 한국어 문자-음성변환시스템에서 합성음의 자연도향상기법에 관한 연구, 서울대학교 박사학위 논문, 1992. 8.
7. 김 상훈 외 2인, "한국어 문장/음성 변환에서의 TD-PSOLA 적용," 제 10회 음성통신 및 신호처리 워크샵, pp. 291-294, 1993.
8. 김 응인, 김 재인, "한소리: 무제한 음성합성시스템," 제 11회 음성통신 및 신호처리 워크샵 논문집, pp. 342-345, 1994.
9. 이 승훈 외 3인, "다이폰 단위의 합성방법을 이용한 오디오텍스 시스템의 구현에 관한 연구," 제 11회 음성통신 및 신호처리 워크샵 논문집, pp. 99-102, 1994.
10. 이 현복, 한국어의 표준 발음, 교육과학사, 1989.
11. Microsoft, User's Guide : Microsoft Excel 5.0, Microsoft Corp., 1994.

▲김 재 인



1981년 2월 : 고려대학교 공과대학 전자공학과 졸업
 1986년 8월 : 고려대학교 대학원 전자공학과 석사
 1986년 9월~1988년 3월 : 금성전기 연구소 연구원
 1988년 3월~현재 : 한국통신 S/W 연구소 선임연구원

※음성합성, 시스템 식별등 신호처리

김 진 영



1986년 2월 : 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업
 1988년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 석사
 1994년 8월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 박사
 1993년 3월~1994년 12월 : 한국통신 S/W 연구소 전임연구원

1995년 1월~현재 : 전남대학교 공과대학 전자공학과 전임강사

※연구분야 : 음성합성, 수중음향, 시스템 식별등 신호처리

▲이 태 원



1958년 3월 : 서울대학교 공과대
학 통신공학과 졸업

1960년 8월 : 서울대학교 대학원
전자공학과 석사

1975년 8월 : 서울대학교 대학원
전자공학과 박사

1963년 3월~1971년 2월 : 광운전
자공과대학교 교수

1971년 8월~1976년 12월 : 중앙대학교 공과대학 교수

1981년 8월~1982년 7월 : 미국 Cornell대학교 객원 교수

1988년 1월~1988년 12월 : 대한전자공학회 회장

1977년 1월~현재 : 고려대학교 공과대학 전자공학과
교수

1987년 7월~현재 : 과학기술처 교육연구전산망추진위
원회 위원

1990년 3월~현재 : 생산기술연구원 공업기반기술개발
전문위원

※ 연구분야 : 음성인식 합성, 화상처리, 시스템 식별
등 신호처리