

운율구와 대화체 문장구조의 상관관계에 대한 실험음성학적 연구

성 철 재

충남대학교 문과대학 언어학과

cjseong@hanbat.chungnam.ac.kr

ABSTRACT

Cheol-Jae Seong

Department of Linguistics, Chungnam National University, KOREA

cjseong@hanbat.chungnam.ac.kr

The current speech technology has been aiming to acquire much clearer and more natural synthetic speech sound. The naturalness can be developed by an adequate phrasing of target sentence, of course, which seems to be strongly related to both syntactic and phonetic aspect simultaneously.

The present study aims to describe, at one aspect, the relatedness between syntactic structure and prosodic phrasing through dialogue speech, and at the other, to establish a suitable phrasing pattern with respect to the purpose of acquiring more natural synthetic sound. The prosodic phrase, here, means a prosodic unit which can be clearly identified as having an evident break boundary at its final position in a sentence in the sense of both perceptual and acoustical viewpoint. The end of each prosodic phrase is, accordingly, marked as the point of major boundary in a sentence.

1. 머리말¹⁾

음성합성의 양대 과제는 합성음의 명료성과 자연성을 향상시키는데 있으며 이중에서 자연성은, 통사구조 및 의미와의 상관관계가 고려된 적절한 끊어 읽기(phrasing)에 의해서 크게 향상될 수 있다. 이러한 연구는 최근 구미제어의 경우 대량의 데이터를 기반으로 통계적 방법을 동원하여 진행되고 있는 추세이다.

운율구는 지각적으로 명백한 끊김이 느껴지는 단위이며 음향적으로 일정 수초 이상의 지속시간의 증가나 고저의 변동으로 경계 지워진 단위라 정의한다(성철재 1995, 1996). 음성 공학적인 측면에서 음성합성 프로그램에 실질적으로 사용될 수 있을 정도로 통계적인 가치가 있는 자료를 만들어내기 위해선 적어도 700 문장 정도의 대단위 음성 데이터 베이스를 이용하여야만 하는데 이와 같이 많은 자료를 지각적인 검증은 거쳐서 운율구 단위구

1) 이 논문은 필자가 한국전자통신연구소 음성언어연구실에 재직하였을 당시의 연구결과에 바탕을 둔 것입니다. 음성언어연구실 실원들에게 감사드립니다.

분을 해내자면 여간 힘든 작업이 아닐뿐더러 인간의 지각 특성상 시간축 상에서의 일관적인 결과를 기대하기도 용이하지 않다. 따라서 음성 데이터 베이스의 신호(signal)를 이용하여 자동적으로 운율구 경계를 찾아야 할 필요성이 대두된다.

운율구 경계가 자동적으로 추출되면 경계가 이루어진 부분의 통사적, 의미적인 위상이 점검되어야 하고 그 결과 통계적으로 유의한(significant) 부분에 대해서는 끊어 읽기가 이루어져서 무리가 없는 통사적 단위로서의 자격을 부여해도 된다는 판단이 내려진다. 다시 말해 이와 같은 절차로 이루어진 통사적 끊김이 음성적으로도 조화로울 수 있다는 것이다.

본 논문은 운율구 단위와 텍스트의 문장구조 사이에 이루어질 수 있는 연구 방향에 대해서 모색해본 내용을 담고 있다. 약 100 문장 정도의 대화체 문장에 대해서 각 낱말 끝의 형태소의 종류를 구분하여 문법정보와 운율구 경계의 상관관계에 대해서 논의하였다.

2. 운율경계의 자동적 추출

전체 156문장의 데이터베이스(DB)를 모체로 다음 두 가지 내용을 측정하여 데이터 구조를 만들었다. 구축된 음성데이터는 1명의 여성 아나운서가 발성한 것으로, 다양한 장르의 문장으로부터 추출하였으며, 녹음시 문장간 간섭을 제거하기 위해 무작위로 섞어서 만들었다. 방음실에서 녹음되고 CSL 4300을 이용하여 분절작업(segmentation) 및 레이블링(labeling)이 이루어졌으며 유성음부에는 피치-동기로(pitch-synchronous) 피치(pitch) 값이 표시되어 있다. 피치의 값은 먼저 자동으로 찾고, 오류에 대해 수작업으로 수정되었다.

1) 평균 분절음 지속시간(average segment duration)

- [중성(+중성)]을 대상으로 하였으며,
- 어말 부분과 어말이 아닌 부분으로 구분하였다.

[중성(+중성)]을 측정 대상으로 한 것은, 지속시간의 변화에 민감한 것은 범언어적으로 '모음' 부분이라는 결과가 나와 있기 때문이며, 어말과 비어말 부분으로 측정대상을 가른 것은 어말장음화 현상으로 인해 동일 분절음이라 하더라도 그 위치에 따라 측정값의 차이가 많이 나기 때문이다.

2) 각 문장에서의 [모음] 부분의 Fo

한 문장을 대상으로 하여 모음부분의 Fo 값을 프레임_평균으로 측정하였다.

위와 같은 두가지 값들을 구한 다음 아래의 10가지 기준 안을 근거로 하여 기계적으로 경계의 유형을 분류하였다. 예를 들어 표 1에서 표지[1]의 경우는 [중성(+중성)] 분절 지속시간(segment duration)이 전체 평균 지속시간보다 10%를 초과하여 길며, 그 부분 [모음]의 Fo 값이 그 분절음이 속한 문장의 평균 Fo 값보다 10% 미만의 경우라는 것이다. 괄호 안의 숫자는 156 문장을 대상으로 해서 추출해본 각 유형의 개수이다.

표 1. 기계적 경계 매김의 등급

-
- [0] pause > 50 msec
(369)
 - [1] durational lengthening > 10%
intonational falling < 10%
(29)
 - [2] durational lengthening > 10%
intonational level(-10% < pitch < 10%)
(294)
 - [3] durational lengthening > 10%
intonational rising > 10%
(87)
 - [4] durational lengthening or shortening(-10% < dur < 10%)
intonational falling < 10%
(13)
 - [5] durational lengthening or shortening(-10% < dur < 10%)
intonational level(-10% < pitch < 10%)
(144)
 - [6] durational lengthening or shortening(-10% < dur < 10%)
intonational rising > 10%
(110)
 - [7] durational shortening < -10%
intonational falling < 10%
(92)
 - [8] durational shortening < -10%
intonational level(-10% < pitch < 10%)
(514)
 - [9] durational shortening < -10%
intonational rising > 10%
(392)
-

다음은 위의 기계적 경계 매김을 이용하여 실제 텍스트에 적용해본 결과의 예시이다.

* 주전자는[9] 부엌의[3] 중요한[8] 요소이고[0] 매일[2] 여러[8] 차례[6] 사용하는[2] 주방용품이다.[0]

* 중세[3] 도시[3] 시민[8] 계급은[0] 성공적인[9] 수공업[9] 활동과[0] 상업[8] 활동을[8] 통해서[0] 힘과[2] 자각을[8] 얻었다.[0]

3. 운율구 경계와 문장구조의 상관관계 : 대화체 통역문을 대상으로

3.1 운율 및 텍스트 데이터베이스

여행-영역(travelling domain) 예약 상황에 대한 한-일간 대화에서 한국어 통역자의 말만을 추려서 데이터베이스화하였다. 이 데이터베이스는 한국전자통신연구소 음성언어연구실에서 수집한 것이다. 운율데이터는 DAT 녹음자료를 Sun sparc 5 workstation의 Xwaves-ESPS 프로그램에서 16 kHz 샘플링, 16 bit resolution으로 A/D 변환하였으며 음소 차원까지 분절(segmentation), 표지화(labeling)하였다.

텍스트 데이터는, ETRI의 합성기에 사용되는 간략화된 문법정보 꼬리표(tag)를 자동으로 추출하여 표시(tagging)하였으며 오류가 발생한 부분은 손으로 수정하였다. 대화체 영역의 데이터는 문법관계를 나타내는 낱말 끝 형태소의 생략이 빈번하고 의미 없는 간투사의 삽입이 잦은 관계로 문법정보를 기계적으로 매기는 작업이 그리 용이하지 않다.

3.2 운율구와 문장구조

3.2.1 운율구 경계

운율구 경계는 2장에서 정한 원칙에 따라서 주요 경계(major boundary)와 부차적 경계(minor boundary)가 매겨질 수 있도록 하였다. 156 낭독체 문장의 운율 데이터베이스를 바탕으로 통계 처리된 지속시간 값을 기준으로 하여 분석대상의 [중성(+중성) 음소] 지속시간의 10 % 증가 및 감소 등으로 등급을 구분하였다. Fo는 150 msec 이상의 묵음구간(silent interval)이 있는 주요 경계(major boundary) 사이의 통사 연쇄를 한 단위로 하여 그 평균값을 추출하고 이로부터 각 음절의 상대값을 구하였다. 기계적 경계매김(m-label)에서 묵음구간이 있는 경우의 표지였던 [0]을 [1]로 통합시켰다. 다음 표 2에 문법정보와 경계정보가 함께 태깅되어 있는 텍스트 데이터베이스의 일부분을 실어놓았다.

표 2. 대화체 텍스트의 구성 일례

유나이티드(PK)[2] 항공입니다(EG).[1] 삼월(PN)[8] 팔일(PK)[9] 같으면은요(EG+EC)[2]
 -----> Long Pause(341 msec)
 어(EI)[1]
 -----> Short Pause(53 msec)
 정오(PN)[3] 열두시(PN)[3] 비행기하고(PJ)[2]
 -----> Long Pause(616 msec)
 어(EI)[1] 오후(PN)[9] 네시(PN)[9] 비행기가(PS)[7] 있습니다(EG).[2]
 나고야에서(PP)[2] 서울(PK)[3] 같으면은요(EG+EC)[3]
 -----> Long Pause(463 msec)

삼월(PN)[2] 십사일(PN)[2]

-----> Long Pause(189 msec)

오후(PN)[2] 두시에(PR)[2] 한(D)[9] 편이(PS)[8] 있습니다(EG).[1]

후쿠오카(PK)[2] 나고야가는노(PT)[3]

-----> Long Pause(169 msec)

3.2.2 운율구 경계 좌/우의 문법정보에 대한 통계적 연구

우선 본 논의에 등장하는 문법정보의 내용을 나타내는 문법표지들을 표 3에 정리하기로 한다.

표 3. 문법정보를 명시해주는 문법표지(tag set)

1) 조사

PT(은,는), PS(이,가), PO(을,를), PP(에서), PD(에게), PR(에), PF(로: 방향), PE(와,과), PC(보조사의 거의 모든 경우: 마저, 까지, 조차, 도, 이나, 이라도, 이나마), PN(의: 관형격 조사), PJ(하며, 하고, 이나,...접속조사), PK(명사 나열형), PV(이상의 종류를 제외한 거의 모든 조사: 방편, 자격,

비교,...)

2) 어미

EG(서술형 종결어미), EQ(의문형 종결어미), EI(명령형 종결어미: 의미없는 간투사 포함), ER(청유형 종결어미), EX(감탄형 종결어미), EJ(접속 어미), EC(연결 어미), EN(명사형 어미), ED(관형형 어미)

3) 기타

AD(일반부사), D(한정사: 그런, 그...), SA(접속사), AA(강조부사: 즉시, 아주, 오히려,...) , N(명사단독형)

표 4. 운율구 경계를 사이에 둔 두 문법표지 및 그 출현회수

AA*EC(1), AD*EI(7), EC*D(1), EC*ED(3), EC*EI(7), EC*PF(1), EC*PN(1), ED*EI(3), EG*AD(6), EG*EG(4), EG*N(1), EG*PK(2), EG*PN(3), EG*PR(1), EG*PV(1), EG+EC*EI(12), EG+EC*PJ(1), EG+EC*PK(2), EG+EC*PN(5), EG+EC*SA(1), EI*PR(7), EJ*EI(5), EJ*PK(2), N*N(1), PF*EI(8), PF*ER(1), PJ*EI(3), PJ*PN(1), PK*D(1), PK*EQ(2), PK*PK(7), PK*SA(2), PN*EI(7), PO*PD(1), PO*PS(1), PP*PS(1), PR*ED(1), PR*EI(8), PR*PK(1), PR*PN(4), PR*PP(1), PR+EC*EI(2), PS*EI(11), PS*PK(2), PT*EI(13), PT*PC(1), PT*PK(2), PT*PN(3), PT*PR(1), PV*EI(1), SA*AA(1), SA*ED(3), SA*EI(8)

경계부분의 운율정보는, 선행문법표지 부분에 속하는 경계앞음절(penultimate syllable)과 경계를 이루는 음절(boundary syllable) 그리고 후속 문법표지에서 첫 번째로 등장하는 음절인 경계뒤음절(post-boundary syllable)의 세 음절이 연출해내는 지속시간과 Fo 변동의 양상으로 특징 지워진다(penultimate-boundary-post_boundary). 이러한 특징을 다음 표 5와 같은 네 가지 자질 값으로 표현하여 표 4에 나열되어 있는 경계를 사이에 둔 문법표지들을 분류해 보았다.

표 5. 경계를 특징짓는 네 가지 음향자질(단위=ratio)

e. g.) 음절배열(선행 문법표지)+휴지+음절배열(후속 문법표지)

..S(penultimate syllable)S(boundary syllable) #(pause)* S(post-boundary syllable)..

① penultimate syllable/ boundary syllable(Fo)

: 선행 문법표지의 경계앞음절 모음의 Fo/ 선행 문법표지의 경계음절 모음의 Fo

② penultimate syllable/ boundary syllable(duration)

: 선행 문법표지의 경계앞음절의 지속시간/선행 문법표지의 경계음절의 지속시간

③ boundary syllable/ post-boundary syllable(Fo)

: 선행 문법표지의 경계음절 모음의 Fo/ 후속 문법표지의 첫 번째 음절 모음의 Fo

④ boundary syllable/ post-boundary syllable(duration)

: 선행 문법표지의 경계음절 지속시간/ 후속 문법표지의 첫 번째 음절 지속시간

이들 자질을 이용하여 Fo에 관하여 1)-4)까지의 분류항목을, 그리고 지속시간에 관하여 a)-d)로 다음과 같이 세부적인 운율패턴을 설정하였다. 한가지 참고해야 할 것은 마침표로 끝난 문장끝 부분의 경우는 주요운율구 경계로 간주하지 않은 것이다. 마침표가 있는 경우는 당연히 묵음구간이 존재하며 컴퓨터 작업에서 손쉽게 처리할 수 있는 부분이기 때문이다.

먼저 Fo에 관해서 분류해보면 다음과 같다. 1이라는 숫자가 기준이 되는 이유는 자질 값이 위 항목들의 값을 각각 분모, 분자로 취한 비율 값이기 때문이다. 분모의 값이 큰 경우는 당연히 1보다 낮은 결과를 보여준다. 아래의 결과는 어떤 문법표지 쌍이 두 번 이상 나타났을 경우 혹은 1회 출현하였을 경우, 네 가지 자질 값 각각을 평균하여 하나의 값으로 치환한 다음 분석한 자료이다. 각 문법표지 쌍의 네 가지 자질 값에 대한 구체적인 분포는 부록에 제시하겠다.

1) penultimate/ boundary(Fo) 값이 1보다 낮으며 동시에 boundary/ post-boundary(Fo)가 1보다 낮을 경우: penultimate-boundary-post_boundary: 지속상승 억양(continuous rise pattern)

2) penultimate/ boundary(Fo)가 1보다 높으며 동시에 boundary/ post-boundary(Fo)가 1보다 낮을 경우: penultimate-boundary-post_boundary.: 내리-오름(fall-rise pattern)

- 3) penultimate/ boundary(Fo)가 1보다 낮으며 동시에 boundary/ post-boundary(Fo)가 1보다 높을 경우: penultimate-boundary-post_boundary: 오르-내림(rise-fall pattern)
- 4) penultimate/boundary(Fo)가 1보다 높으며 동시에 boundary/ post-boundary(Fo)가 1보다 높을 경우: penultimate-boundary-post_boundary: 지속하강(continuous fall pattern)

지속시간에 관해서 위와 마찬가지로 분류해보면 다음과 같다. 경계앞음절(penultimate)-경계음절(boundary)-경계뒤음절(post-boundary) 순의 배열에서 장-단의 개념은 '경계음절의 지속시간'에 상대적임을 유의해야 한다. 비교의 기준(reference)이 되는 경계음절을 기준으로 하여 이보다 길면 '장'을 배당 받고 짧으면 '단'을 부여받는다.

- a) penultimate/ boundary(dur)가 1보다 낮으며 동시에 boundary/ post-boundary(dur)가 1보다 낮을 경우: penultimate-boundary-post_boundary: 단-장-장(short-long-long)
- b) penultimate/ boundary(dur)가 1보다 높으며 동시에 boundary/ post-boundary(dur)가 1보다 낮을 경우: penultimate-boundary-post_boundary: 장-단-장(long-short-long)
- c) penultimate/ boundary(dur)가 1보다 낮으며 동시에 boundary/ post-boundary(dur)가 1보다 높을 경우: penultimate-boundary-post_boundary: 단-장-단(short-long-short)
- d) penultimate/ boundary(dur)가 1보다 높으며 동시에 boundary/ post-boundary(dur)가 1보다 높을 경우: penultimate-boundary-post_boundary: 장-단-단(long-short-short)

이상의 내용을, Fo 관련 분류 항목 1)-4)를 X축으로 하고 지속시간 분류 항목 a)-d)를 Y축으로 하는 도표를 만들어 보면 다음과 같다.

표 6. 운율구 주요 경계를 사이에 둔 문법표지쌍의 지속시간/ Fo 값을 기준으로 한 분포

dur\Fo	1)	2)	3)	4)
a)			SA*AA	
b)				
c)	EG*PR EG+EC*PJ EG+EC*PK PJ*PN	PR*PP	EC*EI EC*PF EC*PN ED*EI EG*AD EG+EC*EI EG+EC*PN EJ*EI EJ*PK PJ*EI PK*EQ PO*PD PO*PS PP*PS PR*EI PR*PN PR+EC*EI PS*PK PT*EI PT*PC PT*PK PT*PN PT*PR PV*EI	
d)	EG+EC*SA PF*ER PK*D PK*SA PR*PK SA*ED	AA*EC EG*EG EG*PK EG*PN EG*PV EI*PR	AD*EI EC*D PF*EI PK*PK PN*EI PR*ED PS*EI SA*EI	EG*N N*N

표 6에서 운율구 경계를 사이에 둔 문법표지쌍의 경계부분 운율패턴은 [3,c]와 [3,d]에 가장 많은 빈도가 집중되었음을 알 수 있다. 경계앞-경계-경계뒤음절에 걸쳐 '오르-내림' 억양과 '단-장-단', '장-단-단' 지속시간이 대표적인 특징임을 알 수 있다.

EG+EC가 선행 문법표지로 되었을 때 지속시간은 c) 유형에 대다수가 걸리고 Fo는 1) 과 3) 유형으로 나누어 나타난다. EG+EC*SA('예약해 주시고요* 그리고'와 같은 연쇄) 하나만 지속시간의 d)유형으로 나타난다. 이 경우 표 4에서 알 수 있듯이 출현회수가 1회뿐이기 때문에 일관성 있는 결과가 계속 나오리라는 주장은 하기 힘들다. 따라서 EG+EC*x 유형은 주요경계(major boundary) 부분의 경계앞-경계-경계뒤음절에서 단-장-단의 지속시간 특징을 보여준다고 생각된다. 이러한 특징은 주요경계 부분에서 가장 일반적인 유형으로 분류될 수 있다. 지속시간의 c) 유형이 가장 많은 경우를 포괄하고 있기 때문이다.

EG+EC*PJ, EG+EC*PK, 그리고 EG+EC*SA는 각각 서술형 종결어미+연결어미(요) 다음에 접속조사(-하고.), 명사 나열형, 그리고 접속사(그리고, 그러나.) 등이 붙은 것이다. 이들 유형은(비록 출현회수는 거의 1, 2회 정도에 불과하지만) Fo와 관련하여 경계앞-경계-경계뒤음절 억양곡선이 지속적인 상승(continuation rising)으로 나타난다. 후속 문법표지가 계속적인 의미의 연결을 강하게 함축하기 때문에 이러한 억양유형을 낳게 했을 것이다.

EG*x 유형은 지속시간과 관련하여 d) 유형으로, Fo와 관련하여 2) 유형으로 특징지어진다[2,d]. EG*PR 하나만 [1,c] 유형이다(1회 출현). EG가 서술형 종결어미이므로 문장의 끝음절에서 억양이 하강하리라는 것은 예상할 수 있는 사실이다. 위에서 밝혔듯이 문장 끝 마침표 부호가 있는 경우는 운율구 경계가 있는 문법표지 쌍 계산에 포함시키지 않았다. EG가 서술형 종결어미이므로 대개의 경우 문장끝부분과 연관지어지리라는 것이 쉽게 예상될 것이다.

따라서 표 6에 등장한 EG*x 유형은 문장종결부호가 찍히지 않은 것으로, 거의 모든 경우 '네 그렇습니다.' 혹은 '네 대한관광입니다.' 라는 형태로 나열되어 있다. '네' 뒤의 후속 어구와 자연스럽게 연결되는 의미적 부분을 고려했기 때문에 마침표를 생략하였다. 이 경우 한음절로 된 선행 문법표지에서는 경계앞음절과 경계음절자체가 동일한 한 음절부분만으로 계산되기 때문에 'penultimate/ boundary (dur, Fo)' 자질 값 계산이 1.00으로 나올 수밖에 없다. 따라서 지속시간 및 Fo 유형을 다른 항목과 차별을 두어 생각해야 한다. 표 6에서는 계산 값의 분포를 위하여 1.00으로 자질 값이 나온 경우, 1보다 높은 경우로 간주하였다. 결국 표 6의 EG*x는 일반적으로 경계음절이 경계뒤음절보다 지속시간이 길며 Fo가 상대적으로 낮다는 결론으로 유도된다.

그 외 주목할 만한 분포는 SA*ED(3회 출현,[1,d]) 유형이라고 볼 수 있는데 발화속도가 느려지며 그 다음 어구와의 계속적인 연결을 암시하고 있기 때문으로 풀이된다(지속상승 억양, 경계앞음절 장음화). 예를 들면 '그리고(SA) 도착하시는(ED)/ 그리고(SA) 이러한(ED)' 과 같은 어구이다. 그 외 [3,c], [3,d]의 대표적 유형을 제외한 다른 분포의 경우는 거의 1회 출현의 빈도를 나타내고 있기 때문에 나름대로의 의미는 부여할 수 있으나 그냥 위와 같은 패턴을 보여줄 수 있는 가능성이 있다는 정도로 이해하는 것이 좋겠다.

4. 맺음말

지금까지 표준한국어의 두 가지 서로 다른 발화양식(speech style)을 대상으로 하여 그 문장구조와 운율구 경계형성의 상관관계를 밝혀보았다. 문장의 통사구조 및 의미분할과 관련지어 가장 적절한 음성적 끊어 읽기 유형을 정립하고자 하는 의도에서 이러한 작업이 시도되었다.

2장에서 기계적인 경계 매김의 가능성을 타진해 보았고, 3장에서, 대화체 운율 및 텍스트 데이터베이스를 기반으로 하여 실제작업을 진행시켰다. 이러한 시도가 결실을 맺기 위해서는 무엇보다 자연어처리(NLP) 능력의 향상이 뒷받침되어야 한다. 대량의 데이터를 사람의 손으로 일일이 태깅한다는 것은 불가능한 일일뿐더러 그 오차도 만만치 않기 때문이다. 올바른 형태소 분석이 선행되고 그 후속작업으로 문장성분 표시(hyper-tagging)까지 높은 정확성으로 이어진다면 운율데이터와 텍스트 데이터를 결부시키는 이 논문과 같은 작업의 결과는 신뢰할 만할 것이다.

<참고문헌>

- 김형순. 1994. 음성인식. <제 1회 음성학 학술대회 논문집>, 대한음성학회. 56-165.
- 성철재. 1995. <한국어 리듬의 실험음성학적 연구>, 서울대학교 언어학과 박사학위 논문.
- _____. 1996. 한국어 낭독체 문장의 음향분석. <제 2회 음성학 학술대회 논문집>, 대한음성학회. 157-172.
- 성철재, 김상훈. 1996. 경계(Boundary) 신호의 지각적/ 음향적 분석-운율구(prosodic phrase) 단위 설정과 관련하여. <한글 232>, 35-58.
- 이양희. 1994. 음성합성과 음성인식에 있어서의 음성학과 음운론의 역할. <제 1회 음성학 학술대회 논문집>, 대한음성학회. 145-155.
- 이현복. 1986. 한국어 음성의 합성과 인식에 관한 음성 언어학적 고찰. <한글 194>, 한글학회. 55-72
- 정일진. 1991. <경계현상에 대한 연구>, 서울대학교 언어학과 석사학위 논문.
- Beckman, M. & Hirschberg, J. 1994. "The ToBI Annotation Conventions", manuscript. Ohio State University.
- Campbell, N. 1993. "Automatic Detection of Prosodic Boundaries in Speech", *Speech Communication* 13. 343-354.
- Hirschberg, J. 1995. "Acoustic and Prosodic Cues to Speaking Style in Spontaneous and Read Speech", In Symposium on Speaking Style. *Proceedings of 1995 ICPHs*. Stockholm. Sweden.
- Jun, S.A. 1993. *The Phonetics and Phonology of Korean Prosody*. Ph.D. dissertation. The Ohio State University.
- Lee, H.Y. 1990. *The Structure of Korean Prosody*. Ph.D. Thesis. University College London. University of London.

- Nespor, M. and Vogel, I. 1986. *Prosodic Phonology*. Foris. Dordrecht.
- Ross, N. 1995. *Modelings of Intonation for Speech Synthesis*. Ph.D. dissertation. Boston University.
- Selkirk, E. 1984. *Phonology and Syntax: The Relation between Sound and Structure*. MIT Press. Cambridge, MA, and London, England.
- _____. 1986. "On Derived Domains in Sentence Phonology", *Phonology Yearbook 3*.
- Seong, C.J. 1996. "The Prosodic Analysis of Korean Dialogue Speech-through a Comparative Study with Read Speech-", *Proceeding of ICSLP 96*. Philadelphia. to be printed.
- Silverman, K., Beckman, M., Pitrelli, J., Ostendorf, M., Wightman, C., Price, P., Pierrehumbert, J., and Hirschberg, J. 1992. "ToBI: a Standard for Labelling English Prosody", *Proceedings of ICSLP 92, vol 2*. 867-870.
- Strangert, E. & Zhi, M.J. 1989. "Pause Patterns in Swedish: A Project Presentation and Some Data", *STL-QPSR 1/1989*. 27-31.
- Wightman, C.W. & Ostendorf, M. 1994. "Automatic Labeling of Prosodic Patterns", *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing vol.2 - no 4*. 469-481.