

## 변복조 방식을 이용한 3-채널 EGG 시스템의 개발(I)

°김 종명, 송 철 규, 이 명 호  
연세대학교 공과대학 전기공학과

### Development of 3-Ch EGG System Using Modulation and Demodulation Techniques(I)

J. M. Kim, C. G. Song, and M. H. Lee  
Dept. of Electrical Engineering Yonsei University

#### Abstract

The purpose of this research is development of EGG system for quantitative assessment of laryngeal function using speech and electroglottographic data. The designed EGG system is 4-electrodes system which excitation current source is supplied from 1st to 4th electrode. The output signals from 2nd and 3rd electrodes, which are motivated by frequency of excitation current source, are air-pressure waveforms from vocal folds. After demodulation process, we obtain pitch signals of the modulated waveforms by excitation current source through differentiator which cuts off frequency below 0.1Hz.

Software processing methods were used as conventional pitch extraction methods, but the proposed system is designed to analog hardware in order to eliminate interferences from low formant frequency of speech. We will construct the discriminating database between pathological subjects and control groups on each case. Using the proposed 3 channel EGG system and LMS algorithm, it will be detected that the distinctive characteristics of laryngeal function of voiced region and other regions by EGG signals and LPC spectra.

#### 1. 서론

유성음을 발생할 때 성대에서 단위시간당 발생하는 진동운동의 주기(period)  $T_0$ 를 피치 또는 기본 주파수(fundamental frequency)  $F_0$ 라고 하는데, 음성학의 운율적 정보(prosodic information)는 주로 기본 주파수에 의해 결정된다[1]. 음성신호로부

터 피치정보를 찾아낼 때 피치검출에 직접적으로 사용되는 신호를 기준으로 하는 피치검출방법은 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 시간영역(time domain)에서의 피치검출방법으로 피치검출에 사용되는 신호는 입력음성신호와 동일한 시간대(time base)를 가지게 되며, 다른 하나는 짧은 구간에서의 분석(short-time analysis)에 의한 피치검출방법으로서 입력신호를 프레임(frame)단위로 나누어 분석하여 얻어진 피치의 평균값을 구하는 방법이다[2].

시간영역에서의 분석에 의한 피치는 음성신호의 역필터링(inverse filtering) 또는 EGG신호(electroglottograph)등유 이용하여 구할 수 있으며, 짧은 구간에서의 분석에 의한 피치검출은 자기상관함수(autocorrelation function), AMDF(average magnitude difference function), 켈스트럼(cepstrum)등의 방법으로 구해진다. 그러나 음성발성을 위한 여기신호가 완전한 주기성을 가지지 못하고 준주기성을 가지며 특히 유성음의 시작과 끝부분에서는 주기성이 약해지고 주기내에서도 신호의 변화를 나타내는 특징과 성도(vocal tract)와 여기신호의 상호작용에 의한 성도의 지역포먼트가 여기신호를 변화시킬 수 있으므로 실질적인 주기를 찾는 것이 어려울 수 있다.

현재까지 연구개발된 피치검출방법들을 음성신호를 이용하여 피치를 검출할 때 수반되는 여러 문제점들을 만족스럽게 해결하지는 못하고 있으나, 성능개선을 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 특히 잡음환경에서 신뢰성있는 피치를 검출하기 위한 연구도 꾸준히 진행되고 있다[3-5].

#### 2. 시스템의 구성

본 연구에서 개발된 EGG시스템은 80KHz, 4mA<sub>pp</sub>의 파형음 자극신호원(excitation signal source)으로 한다. 이 자극신호를 성도에 가하면 성대(vocal folds)의 떨림이 공기압의 파동형태로 나타나고, 자극신호를 변조시키게 되며, 변조된 파형을 복조하여 전기적신호로 나타내게 된다. 얻어진 정보는 여기신호와 성도 포먼트사이의 상호작용에도 영향을 받지 않으면서, 발생시의 주변잡음에 관계없이 성대의 떨림에 관한 정확한 정보를 줄 수 있다. 따라서 EGG신호는 후두기능의 이상유무를 판별하기 위한 신호로서 의공학분야에서 연구되어 왔다.

본 연구에서는 변조방식에 의한 3채널 피치검출기를 개발하여 동기된 EGG신호의 분석을 통해 음성신호의 분석만으로 해결할 수 없는 피치검출시의 문제점들을 해결하고 객관적인 비교기준이 될 수 있는 정확한 피치정보를 얻고자 한다[6-7].

EGG신호를 얻기 위한 시스템의 기본적인 블럭선도는 다음과 같다.

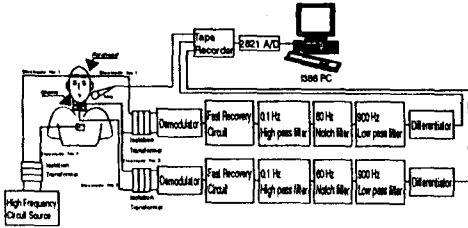


그림 1. EGG시스템의 블럭선도

성대가 위치한 후두상하에 약 1cm두께의 금속데이프전극을 두 개 부착시키고, 4전극시스템으로 일정한 값의 고주파전류를 인가하면 성대의 진동에 따라 얇은 막을 통과하는 전류의 일부가 변조되어 나타나는데, 이를 복조시켜 전기적신호로 검출한 것이 EGG신호이다.

EGG방법은 원래 Fabre에 의해 제안되었다. EGG신호가 비록 발생되는 음성과 성대의 접촉면적과의 대응관계를 명확하게 설명하기에는 충분하지 못했으나 음성병리학자 및 음성신호처리 연구자들에 의해 광범위하게 연구되어왔다. Fourcin은 후두 기능에 이상이 있는 사람과 정상인 사람들의 EGG신호를 분석하여 성대 진동운동의 기본주파수를 계산하고 분산, 히스토그램 등을 구하여 후두의 이상유무를 판별하고자 하였고, Haji[8] 등은 EGG신호의 주기 및 진폭변화율과 그 때 발생되는 음성신호의 음절과의 상관관계를 보였다. Hess 및 Indefrey[9]는 16KHz로 샘플링된 EGG신호를 이용한 피치검출의 분해능을 청각에 의해 감지할 수 있는 범위까지 높이기 위해 미분 및 보간(interpolation)된 EGG신호를 이용하여 실험한 바 있다.

본 연구에서는 성대의 진동운동에 의한 여기신호와 성도의 상호작용(source-tract interaction)을 배제하여 성도의 변수들을 정확하게 추출하고자 한다. 또한 EGG신호를 이용하여 음성신호를 유성음/무성음/혼합음/목음 구간으로 분류하고 그 결과를 후두기능의 이상이 있는 환자에 대해 적용시켜서 성도 변수들에 대한 정량적 평가를 최종목표로 한다.

피치검출 알고리즘의 성능평가를 위해서는 기준이 되는 피치정보를 알아야 하는데, 우선 재관적으로 평가할 수 있는 피치검출방법에 대한 연구가 필요하다.

### 3. 결론

음성신호는 성도와 여기신호의 상호작용에 의한 시변신호인데 본 연구에서는 성도와 여기신호의 전달함수에 대한 특정 파라미터만을 검출할 수 있으므로 성도의 낮은 주파수를 갖는 포먼트가 여기신호를 변화시킴으로써 발생되는 실질적인 주기를 찾는 어려움을 없앨 수 있다. 피치검출 알고리즘의 성능평가를 위해서 기준이 되는 피치정보를 알아낼 수 있도록 피치검출 알고리즘의 성능을 객관적으로 평가할 수 있는 새로운 알고리즘과 시스템을 설계하여 후두 기능에 이상이 있는 사람들과 정상그룹과의 EGG 신호를 비교분석한다. 성대의 주기 및 진폭변화율, 기본 주파수의 평균, 상관계수, 히스토그램 등을 통계처리하여 후두의 이상유무를 판별할 수 있는 기준치를 설정하고, EGG를 이용하여 음성신호를 유성음/무성음/혼합음/

목음 구간으로 분류함으로써 그 결과를 포먼트 음성합성에 이용하여 합성음의 음절에 대한 정량적인 평가를 할 수 있다. 또한 적응필터링 방법인 LMS 알고리즘을 적용할 수 있도록 3 채널 시스템을 구성하여 음성합성을 위한 새로운 방법을 제시하고자 한다.

### 4. 참고문헌

- [1] A. H. Gray, Jr., and J. D. Markel, "A Spectral flatness measure for studying the autocorrelation method of linear prediction of speech analysis," *IEEE Trans. Acoust., Speech Signal Processing*, Vol. ASSP-22, pp.207-217, June., 1974.
- [2] D. A. Krubsack and R. J. Niederjohm, "A Logarithmic approach to fundamental frequency error measurement in speech," *J. Acoust. Soc. Amer.*, pp.1782-1784, Apr.1989
- [3] L. Hodgson, M. E. Jernigan, and B. L. Wills, "Nonlinear multiplicative cepstral analysis for pitch extraction in speech," *IEEE Proc. Int. Conf. ASSP*, pp.257-260, 1990.
- [4] A. K. Krishnamurthy, and D. G. Childers, "Two-Channel Speech Analysis," *IEEE Proc. Int. Conf. ASSP*, Vol. 34, No.4, Aug., 1986.
- [5] J. N. Larar, Y. A. Alsaka, and D. G. Childers, "Variability in closed phase analysis of speech" *IEEE Proc. Int. Conf. ASSP*, pp.1089-1092, Mar., 1985.
- [6] D. G. Childers and A. K. Krishnamurthy, "A Critical review of electroglottography," *CRC Crit. Rev. Bioeng.*, Vol.12, No.2, pp.131-164, 1985.
- [7] A. J. Fourcin, "Laryngographic assessment of phonatory function," *Proc. of the Conf. on the Assessment of Vocal Pathology*, ASHA Report, 11 Edited by C. L. Ludlow and M. O. Hart, pp.116-127, 1981.
- [8] T. Haji., S. Horiuchi, T. Baer, and W. J. Gould, "Frequency and amplitude analysis of electroglottograph during sustained phonation," *J. Acoust. Soc. Am.*, 80, pp.58-62, 1986.
- [9] W. Hess and H. Indefrey, "Accurate Time-Domain Pitch Determination of Speech Signals by Means of a Laryngograph," *Speech Communication* 6 pp.55-68, 1987.