

하울러음 발생시 훅 - 스위치 자동복구 시스템의 구현

-하울러음 검출알고리즘에 관하여-

On a System Realization of Automatically Recovering the Hook-switch of the Telephone System for a Howler Sound

-On the Detection Algorithm of Howler Sound-

배 명 진*, 정 영 창**

(Myung-Jin Bae, Yung Chang Jung)

* 이 논문은 1992년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 학술조성비에 의해 연구되었음 *

ABSTRACT

After receiving the telephone service, the subscriber may make a mistake to be still on the line without intention by putting down the handset incorrectly. While the line has been connected, he can not receive another call from others and may have to pay unexpected telephone charge. Thus, we design a telephone system to disconnect the line automatically when the subscriber's telephone detects the howler sound through the line from the telephone exchange. In this system, the configuration of the detector of the howler tone is very important to obtain good results because the system performance deeply depends on it.

In this paper, we propose a new howler detection method characterized in hybrid domain, which has the merits of both time and frequency domain. Under the various ratios of speech signal and Gaussian noise, the proposed method showed the result that the detection error is less than 1% even when SNR is less than 6dB.

요 약

사용자의 부주의로 전화기의 송수화기가 방치되면 가입자는 통화요금의 불이익을 받거나 외부로부터 전화호출을 받을 수 없다. 따라서 우리는 가입자라인을 통해 하울러음이 발생되면 전화기의 훅-스위치를 자동으로 차단하는 전화기 시스템을 개발하고자 한다. 이러한 시스템에서는 하울러감지기의 성능이 시스템의 성능을 좌우하기 때문에 이의 검출법이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 하울러음에 대해 시간영역에서의 특징과 주파수영역에서의 장점을 살린 혼성영역 검출기법을 새로이 제안하였다. 이 하울러음 검출기에 대한 평가는 주변환경으로서 몇가지의 음성신호와 가우시안잡음을 섞어 수행하였고, 그 결과는 6dB이하의 신호대 잡음비에 대해 검출오류가 1%이하로 우수하게 얻어졌다.

I. 서 론

* 숭실대학교 정보통신공학과 교수
 ** 호서대학교 전자공학과 교수
 접수일자: 1992년 10월 30일

사회가 고도로 정보화되는 지금 전화기는 장식품이 아닌 가정의 필수품으로 활용되고 있고, 주거환경

의 다양화 및 블록화로 인해 한 가입자 번호에 여러 대의 전화를 병렬로 연결하여 보통 사용하기도 한다. 그러나 가정에서 전화를 사용하는 가입자들은 남너노소에 무관하게 사용하기 때문에 전화자동화의 유리한점만 이해할 뿐 실제의 불이익은 안이하게 생각하는 것이 보통이다.

그렇지만 사용자의 부주의로 송수화기가 방치되면 전화국의 전력이 낭비되고 동시에 가입자는 통화요금의 불이익을 받게 된다. 또한 외출중이거나 다른 일을 처리할 때 작동법을 잘 모르는 유아들이 부지불식간에 송수화기를 방치하는 경우나, 송수화기를 전화기에 잘못 올려놓는 경우에 외부에서 걸려오는 전화를 호출할 수 없는 등의 문제가 초래될 수 있다.

이러한 문제점들이 발생하는 이유는 전화교환기 기계식에서부터, 진공관식, 트랜지스터식, IC식을 거쳐 초집적도 VLSI에 의해 그 기능이 놀라운 만큼 발전하고 있는 반면에, 각 가입자의 전화기와 교환기의 인터페이스 방식은 전화기 발명 초기의 형태를 그대로 유지하고 있기 때문이다[1].

전화교환기에서 이러한 문제를 방지하기 위해서 한쪽의 가입자회로가 차단되었음에도 불구하고 다른 한쪽의 가입자가 송수화기를 방치하고 있는지를 감지하게 된다. 또한 한 가입자가 상대 가입자를 호출중이거나 상대가입자가 통화중이어서 송수화기를 내려놓을 때 송수화기를 잘못 방치하였다면, 역시 전화교환기가 이러한 상태를 감지하게 된다. 이러한 상태가 감지되면 전화교환기는 하울러장치를 통해 가입자의 송수화기가 현재 방치되어 있음을 알리기 위해 가입자에게 하울러음을 송출하게 된다.

그렇지만 전화기의 송수화기가 큰 출력을 수신할 수 없기 때문에 하울러음의 송출장치는 하울러음의 출력을 크게할 수 없고, 잠시동안만 유효할 뿐이기 때문에 주거공간이 넓고 블록화되어 있는 현대의 주거환경에서는 하울러음을 잘 감지할 수 없다. 또한 한 전화가입자라인에 전화기 몇대를 병렬로 연결하여 사용하고 있는 경우에는 어느 전화기의 송수화기가 방치되고 있는지를 잘 파악할 수 없게되고, 이때 하울러음이 발생되어도 가입자는 전문지식이 없기 때문에 전화교환기의 오동작 정도로만 이해하게 된다.

따라서 우리는 이러한 문제점을 해소할 수 있는 전화기 시스템을 새로이 제한하고자 한다[11]. 먼저 제한하려는 전화시스템의 구성에 대해 제2절에서

설명한 다음에 하울러음의 성질에 대해 제3절에서 다루게 된다. 이러한 특성에 근거하여 제4절에서는 이를 검출할 수 있는 하울러 감지기법을 제안하게 된다. 끝으로는 제안한 하울러음 검출 알고리즘에 대해 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 잡음을 포함한 몇가지 주변환경에 대한 검출요류를 비교하면서 결론짓게 된다.

II. 훅-스위치 자동복구 전화기 시스템

전화교환기와 전화기 사이의 접속은 4선식 또는 2선식으로 이루어지는데 가정용 전화가입자에 대해서는 그림 2-1과 같은 2선식이 보통 적용되고 있다. 2선식 가입자 접속시스템은 교환기에서 두 라인을 통해 전화기의 호출과 통화를 동시에 할 수 있기 때문에 전화설치가 간단하고 같은 회선을 통해 많은 가입자를 접속할 수 있다는 장점이 있지만, 가입자의 통화와 호출을 동시에 할 수 없다는 단점이 있다. 이것은 그림 2-1의 전화기회로에서 송수화기를 전화기에 내려놓아 훅-스위치가 1에 연결되면 가입자라인은 전화기의 송수화기 및 다이얼링 회로와는 차단되고 dc차단용 캐패시터를 통해 전화기에 내장된 부저에 연결된다. 이때 전화국에서 이 전화가입자를 호출하기 위해 $\pm 48V$ 를 갖는 20Hz 구형파를 가입자라인에 송출하면 송수화기에는 전혀 영향을 주지않고 부저에만 구형파가 연결되어 울리게 된다. 부저소리를 듣고 가입자가 송수화기를 들면 송수화기를 통해 dc전류가 흐르게 되고 교환기는 이 dc전류를 감지하여 부저호출용 구형파송출을 멈추고 가입자회선을 상대방 가입자에게 연결시켜 주게된다[1].

송수화기를 들면 훅-스위치가 그림 2-1의 2번에 연결되어 교환기의 가입자회로는 전화기의 송수화기회로와 연결되는데 이때 전화기의 저항값은 수백옴 정도가 된다. 가입자간에 통화가 진행중일 때는 가입자들을 호출할 수 있는 부저회로가 훅-스위치에 의해 차단되기 때문에 교환기에서 이들을 호출할 수 있는 방법이 없다. 물론 최근의 전전자 교환기에서는 한 가입자가 상대 가입자와 통화하고 있을 때 또 다른 가입자에게서 호출이 오면 통화중인 가입자에게 다른 톤신호를 통화중에 간헐적으로 들려줌으로서 다른 가입자가 통화를 위해 대기중임을 알려주는 서비스를 제공하기도 한다. 그렇지만 이것은 통화가 정상적으로 이루어질 때만 가능한 호출법이다.

통화를 끝마쳤거나 또는 다이얼링 중에 부주의로 송수화기가 방치된다면 훅-스위치가 복구되지 않아 가입자회로는 계속해서 송수화기 회로와 dc결합하게 된다. 따라서 전화국에서는 가입자의 부저를 호출할 수 없게 되고 전화국에서 공급되는 전력이 계속 낭비된다. 이러한 사실을 가입자에게 통보하기 위해 교환기는 하울러음을 가입자라인에 송출한다. 송출되는 출력은 부저를 울릴 정도로 큰 전압을 보낼 수 없으며, 가입자라인에 dc결합된 송수화기가 견딜 수 있는 최대의 신호를 공급하게 된다. 따라서 하울러음의 크기는 전화호출용 부저 소리의 세기와는 다르다.

본 연구에서 제안하려는 전화기 시스템은 송수화기가 방치되어 교환기에 의해 하울러음이 발생하는 경우에, 이를 감지하여 전화기가 정상적으로 동작하게 하기 위한 것이다. 기존의 전화기에서처럼 외부에서 전화가 걸려오면 벨을 울려주고 정상적인 전화서비스가 이루어지게 한다. 가입자가 송수화기를 들면서 부터는 전화기 내부의 하울러음 감지기를 통하여 정상적인 통화가 이루어지는가를 계속하여 감지한다. 일정한 시간동안 음성통신이나 다른 신호의 통신이 이루어지지 않아 전화국의 전화교환기에서 송수화기가 방치되었음을 알리는 하울러음이 발생되어 오면 가입자의 전화기에 있는 표시장치에 경고등을 발광하거나 송수화기를 통하여 경고음을 들려준다. 그럼에도 불구하고 가입자의 응답이 없다면 방치된 송수화기의 위치에 관계없이 송수화기를 정상적으로 내려놓은 것처럼 전화기의 훅-스위치를 자동적으로 차단시켜 준다.

본 연구를 실현하기 위하여 제안한 전화시스템은 그림 2-2와 같이 기존 전화기회로에 추가하는 몇개의 장치블럭으로 구성된다. 전화기회로에 추가하는 장치블럭으로는 송수화기의 위치에 무관하게 훅-스위치를 차단할 수 있는 훅-스위치 제어회로, 하울러음을 감지하는 하울러음 감지기, 그리고 훅-스위치의 상태에 무관하게 훅-스위치의 차단상태를 유지하는 상태유지기가 있다. 훅-스위치가 차단되어 있을 때 외부에서 전화호출신호가 오면 가입자회로에 있는 부저가 작동되어 벨이 울리게 된다. 이때 가입자가 송수화기를 들어 응답하면, 하울러음 감지기에서는 통화되는 하울러음 신호의 유무를 감지하여 훅-스위치 제어회로를 제어하게 된다.

통화중이거나 통화가 개시된 후에 하울러음이 감지되지 않으면 훅-스위치 제어회로는 정상적인

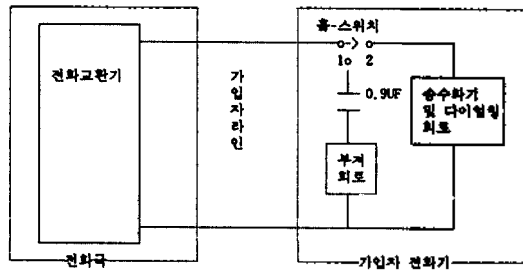


Fig 2-1 Connection between a exchange and a telephone.
그림 2-1 전화교환기와 전화기의 접속

전화기의 기능을 수행하지만, 상대방 가입자의 화선이 끊어져서 교환기가 하울러음을 발생하게 되면 전화기내에 부착한 하울러감지기에서 이음(tone)을 감지하게 되고, 이의 결과에 의해 훅-스위치의 상태에 무관하게 훅-스위치 제어회로가 훅-스위치를 차단시키는 쪽으로 상태유지기를 작동시킨다. 이때 전화기에 부착된 표시장치에 송수화기 방치중임을 가입자에게 알려주는 경고등을 켜준다.

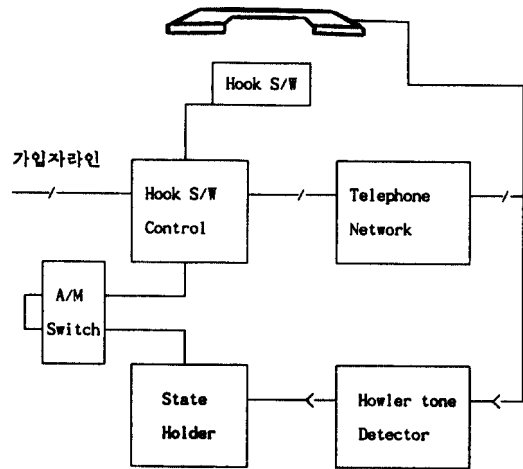


Fig 2-2 Block diagram of proposed telephone system.
그림 2-2 제안한 전화시스템의 처리 블록도

이러한 상태에서 외부로 부터 호출이 오면 전화 가입자회로에 있는 벨이 정상적으로 울리게 된다. 이때 가입자가 전화요청에 응답하기 위해 전화기를 들었으나 벨이 계속 울리면서 경고등이 켜져있으면 전화기의 훅-스위치를 한번이상 눌렀다 놓음으로서 훅-스위치의 상태를 복귀시킬 수 있다. 외부로 부터 전화호출이 없을지라도 송수화기방치 경고등을 보고

송수화기의 위치를 수정하여 주면 훅-스위치 제어 장치가 원래의 상태로 복귀시킨다. 이렇게하면 송수화기 방치상태를 제거하여 외부에서의 통화 호출을 정상적으로 처리할 수 있게 된다.

송수화기 방치시의 전화기 제어방법은 하울러음을 감지하고 그 처리과정을 자동으로 하는 경우이나 필요에 따라서는 수동(M)-자동(A) 전환스위치에 의해 수동으로 처리할 수도 있다. 수동상태를 선택하면 전화기제어는 송수화기 방치에 무관하게 기존의 전화기 처럼 동작하게 된다.

상태유지기는 메모리, 계전기 등을 사용하여 구현할 수 있지만[2], 하울러감지기의 경우는 그 구현이 복잡하다. 하울러감지기는 전화라인상에 나타나는 잡음을 제거하면서 하울러신호의 유무를 검출할 수 있어야 한다.

Ⅲ. 하울러음의 성질

통화되는 신호는 음성신호가 대부분이지만 최근에는 전화서비스에서 정보의 형태가 다양해지고 있기 때문에 비음성신호도 많이 나타난다. 비음성신호중에서 하울러신호는 몇가지 톤이 결합된 그림 3-1(a)와 같은 파형을 나타낸다. 시간영역에서 살펴보면 복합톤이 발생하는 시간 100ms와 휴지기간 100ms로 이루어진 주기구간이 계속 반복되어 나타난다. 따라서 하울러음은 몇개의 톤이 복합되어진 파형을 충실도가 50%인 5Hz의 구형파로 게이팅한 형태를 띤다.

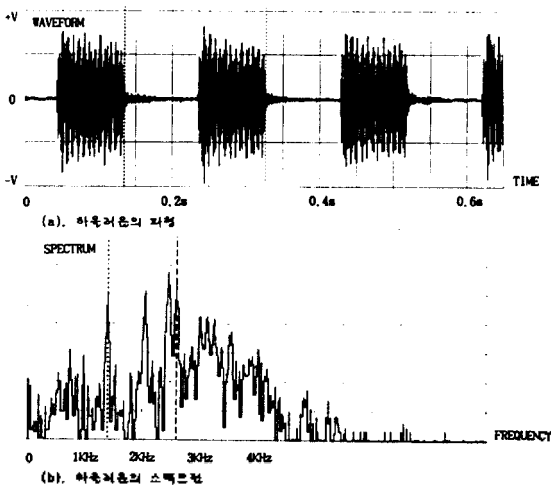


Fig 3-1 Waveform and spectrum of a howler sound.

그림 3-1 하울러음의 파형과 스펙트럼

그림 3-1(a)의 게이팅된 복합파형에 대해 100ms 동안의 스펙트럼을 나타내면 그림 3-1(b)가 된다. 두드러진 스펙트럼 피크들은 1400Hz, 2000Hz, 2500Hz, 2600Hz에서 나타나며, 2500Hz에서 최대 피크를 이루고 있다.

Ⅳ. 하울러음의 특징

교환기에서 발생하는 하울러의 신호는 단일톤의 형태가 아닌 몇개의 톤이 복잡하게 결합된 형태를 띠고 있다. 우리는 통화중에 발생하는 하울러음을 감지하기 위해 이들 신호를 검출하는 알고리즘을 만들어야 한다. 몇개의 톤이 복합된 신호를 검출하는 방법들은 크게 시간영역법, 주파수영역법, 그리고 두영역 혼성법으로 나눌 수 있다[4]-[5]. 우리는 각 영역별로 하울러음의 특징에 대해 고려한 다음에 한 혼성영역법을 제안하고자 한다.

시간영역에서 몇개의 톤이 복합된 하울러신호는 개별 파형의 진폭과 위상이 서로 관련되어 변동이 복잡하게 나타난다. 시간영역법에서 주로 이용하는 특징 파라미터로는 영교차율, 에너지, 기본주기(피치) 측정법 등이 있으며[6]-[10], 그 처리과정은 간단한 산술논리에 의해 수행된다.

1초 동안의 하울러음에 대한 에너지변화도를 그림 4-1에 나타내었다. 한 프레임을 12.5ms(100표본)의 단시간 구간으로 하였을 때 에너지변화도는 하울러음의 5Hz주기를 잘 나타내고 있다. 따라서 가입자회로를 통해 나타나는 신호에 대해 에너지 변화도를 구했을 때, 실험 문턱값을 넘는 5Hz의 안정된 주기가 10개(약 2초) 이상 감지되면 하울러음이 발생중에 있다는 필요조건을 얻을 수 있다.

그림 4-2에는 같은 조건하의 하울러음에 대해 영교차율과 피치주기의 변화도를 구하여 나타내었다. 하울러신호의 휴지기간이나 복합신호 발생구간 모두에서 영교차율의 변화는 큰 차이를 나타내지 않고 있지만, 에너지변화가 문턱값을 넘는 구간에서 안정되고 높은 수의 영교차율(8KHz 표본율로 분석 구간을 12.5ms로 하였을 때 50개 이상)이 얻어지면 하울러신호의 또다른 감지조건이 된다. 그렇지만 피치변화도는 안정된 변화를 일으키지않고 반주기나 배주기 검출을 일으키고 있음을 알 수 있다. 따라서 하울러음 검출에는 피치주기를 파라미터로 사용하는 것이 바람직하지 못하다.

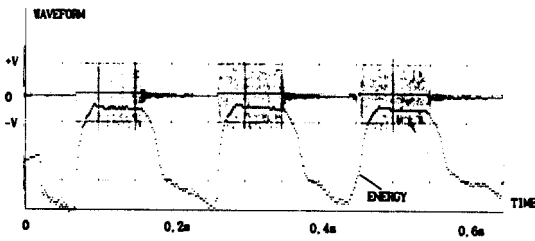


Fig 4-1 Energy contour of a howler sound.

그림 4-1 하울러움에 대한 에너지변화도

주파수영역법은 단시간에 나타나는 신호들의 주파수성분을 검출하여 두드러진 특정신호의 성분이 존재하면서 이웃한 단시간 주파수성분과의 비교를 통해 신호의 변동을 감지하는 방법이다. 이러한 방법은 주파수영역으로의 변환이 필요하기 때문에 디지털 신호처리 알고리즘을 이용한 FFT법, 특정 대역을 갖는 필터뱅크법 등[5]-[6]이 쓰이고 있다. 주파수영역법은 주파수영역으로 변환할 단시간 구간내에 백색잡음이 존재하면 이 성분은 광대역에 걸쳐 존재하기 때문에 분산되어 나타나 그 영향을 제거할 수 있다. 또한 인근한 주파수성분과 비교하면 협대역 잡음도 제거시킬 수 있기 때문에 주파수영역법은 잡음에 강인한 성질을 띠게 된다.

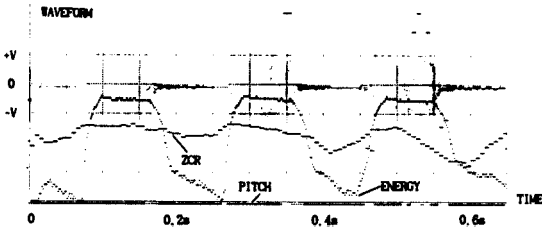


Fig 4-2 Zero crossing rate and pitch contour of a howler sound.

그림 4-2 하울러움에 대한 영교차율과 피치변화도

하울러움에 대해 100표본의 단시간 구간마다(8 KHz 표본율로 12.5ms 구간임) FFT를 수행하여 진폭스펙트럼을 나타낸 것을 그림 4-3에 나타내었다. 여기서 가로축의 한 눈금은 50ms를 차지하며, 분석은 12.5ms마다 수행하여 1초동안의 과정을 나타내었고, 세로축의 눈금은 1KHz의 주파수영역을 나타낸다. 따라서 흑색의 고저는 주파수영역에서 진폭스펙트럼의 강도를 표시하기 때문에 이 그림은 스펙트로그래프가 된다.

이 스펙트로그래프에서 알 수 있듯이 하울러움은 주파수영역 1400Hz, 2000Hz, 2500Hz, 2600Hz에서 강한 에너지 스트라이프를 100ms마다 일정하게 유지하고 있다. 전화라인을 통해 통신되는 신호들에는 음성신호도 동시에 존재할 수 있는데 음성신호는 유성음인 경우에 제1포먼트의 에너지가 다른 포먼트들에 비해 높으며 이 포먼트주파수는 통계적으로 750Hz이하에 존재하는 것으로 알려져 있다. 무성음인 경우에는 제1포먼트의 주파수가 통계적으로 2000 Hz 이상에서 존재하지만 그 대역폭이 500Hz이상인

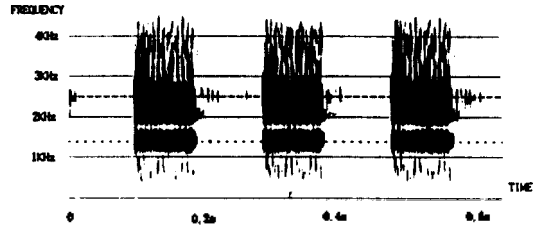


Fig 4-3 Spectrograph of a howler sound.

그림 4-3 하울러움의 스펙트로그래프

것으로 알려져 있다. 따라서 하울러움은 주파수 1000Hz에서 3000Hz사이의 스펙트럼 에너지가 다른 주파수영역의 에너지보다 높고, 1600Hz와 1900Hz 사이에 스펙트럼에너지의 골이 존재하는 가를 감지하면 음성신호와 구분할 수 있다. 이처럼 대역폭의 여유를 가능한 넓게 잡은 것은 결정논리를 쉽게하기 위함이다.

V. 하울러움의 검출

하울러움이 100ms마다 휴지기간을 갖기 때문에 단시간구간을 임의의 길이로 잡아 프레임단위로 스펙트럼을 무조건 계산하는 것은 계산시간이나 결정논리가 복잡하게 된다. 따라서 하울러움을 검출하기 위해서는 시간영역의 특성과 주파수영역의 장점을 잘 살리는 혼성영역법이 바람직하다.

하울러움이 갖는 5Hz의 주파수성분은 주파수영역에서 감지하기 어렵기 때문에 시간영역에서 처리하며, 이것을 그림 5-1에서 처럼 전처리 과정으로 고려한다. 전처리 과정에서는 시간영역에서 고려했던 것처럼 12.5ms의 한 프레임동안 에너지와 영교차율 변화도를 파라미터로 사용한다. 이 파라미터에 대해 실험적인 문턱값을 적용하여 하울러움의 존재에

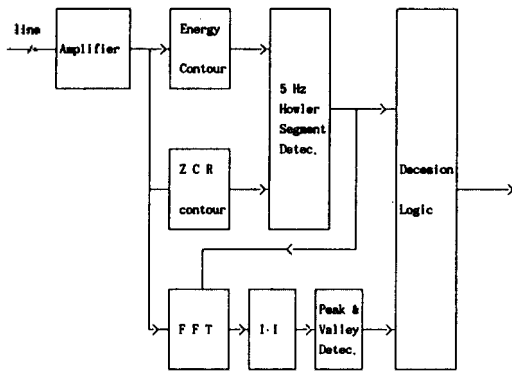


Fig 5-1 Detection procedure of a howler sound.

그림 5-1 하울러음 검출과정

대한 복합신호성분의 지속구간(약 100ms)을 찾게 된다.

검출된 하울러음 신호구간에 대해 주파수영역에서 그 처리를 수행하게 된다. 먼저 1KHz~3KHz사이의 에너지가 다른 영역의 에너지에 비해 높고, 1600Hz~1900Hz사이에 에너지 계곡이 형성된다면 이 신호는 하울러음이 된다.

시간영역과 주파수영역의 결과가 하울러음을 유효 검출해 줄지라도 하울러음이 될 가능성은 200ms의 분석시간(100ms의 휴지구간+100ms의 복합신호구간)에 의해서는 보장할 수 없다. 따라서 결정논리에서는 이러한 결과가 2초이상 지속되는 것을 지켜본 다음에 하울러음 발생을 결정하게 된다.

VI. 컴퓨터 시뮬레이션

이상의 하울러음 제어과정은 마이크로프로세서와 같은 범용 처리장치나 랜덤 논리회로를 사용하여 실행할 수도 있고, 전화시스템의 규모에 따라 회로전체 또는 일부분에 대해 아날로그 집적회로를 사용하여 실행시킬 수도 있다. 그렇지만 우리는 시스템의 수정 및 설계의 용통성을 갖기 위해 IBM-PC 386-DX 시스템을 사용하여 알고리즘에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다.

시뮬레이션에 적용할 데이터에 대해 컴퓨터 시스템에 8-비트의 AD-변환기를 전화가입자라인에 인터페이스시켜서 8KHz의 표본율로 4초간의 하울러음 데이터를 받았다. 또한 하울러음과 음성신호를 섞어서 하울러음 검출알고리즘의 성능을 평가하기 위해 다음의 발성에 대해 개별 화자가 세번씩 발성

한 것을 시료로 사용하였다.

- 화자 1 : 28세 남성화자
- 화자 2 : 23세 여성화자
- 화자 3 : 8세의 여성화자
- 화자 4 : 10세의 남성화자
- 발성 1 : 4초간의 음성 "인수네 꼬마는 천재소년을 좋아한다."
- 발성 2 : 4초간의 음성 "예수님은 천지창조의 교훈을 말씀하셨다."
- 발성 3 : 4초간의 음성 "숭실대학교 음성 신호처리 연구팀이다."
- 발성 4 : 4초간의 음성 "지금거신 전화번호는 부재중입니다."

또한 제안한 알고리즘이 가우시안잡음에 얼마나 강인한지를 평가하기 위해 불규칙잡음 발생기를 사용하여 상기의 발성에 대한 에너지를 실효치로 계산하여 신호대 잡음비를 20dB, 6dB, 0dB의 비율로 섞어서 사용하였다.

하울러음 검출에 대한 알고리즘은 그림 5-1의 처리과정을 수행하였다. 먼저 가입자라인에서 채취한 하울러 신호에 대해 단시간 에너지를 12.5ms단위로 구하여 에너지 변화도를 작성한다. 에너지 변화도가 7 프레임 이상 비슷한 레벨로 유지되면서 다음 프레임의 에너지가 현 레벨의 1/3이상 올라가면 하울러음의 복합신호구간으로 가정한다. 이 복합신호 100ms구간에서 영교차율이 프레임당 50번 이상 지속적으로 나타나면 FFT알고리즘을 통해 진폭스펙트럼을 계산한다. 진폭스펙트럼에서도 1000Hz~3000Hz사이의 대역에너지가 다른 그외 주파수대역 에너지에 비해 높고, 1600Hz~1900Hz사이의 스펙트럼 골이 형성되면 주파수영역에서도 하울러음 구간으로 가정한다. 이러한 구간이 100ms이상 지속된 후에 다시 프레임 에너지가 1/3이하로 떨어지는가를 주시하게 된다. 이러한 관찰이 10번 이상(약 2초) 반복되면 하울러음이 검출된 것으로 결정하였다.

순수한 하울러음을 검출 알고리즘에 통과시켰을 때에는 표 6-1과 표 6-2의 결과(clean)에서처럼 오류가 발생하지 않았다. 상기의 음성신호에 대해 1초단위로 실효치의 평균에너지를 계산하여 하울러음에 대해 20dB, 6dB, 0dB의 비율로 4초간의 음성진폭을 조절한 다음에 하울러신호에 대응되도록 섞어서 개별적으로 검출결과를 측정하였다. 이때 각 레벨에 대한 하울러음 검출결과를 표 6-1에 제시하였다. 하울러음에 비해 잡음으로 작용하는 음성신호의

레벨이 1/2이하일 때까지는 오류가 0.7% 이하이지만, 하울러신호와 같은 레벨일 때는 오류가 크게 증가되었다.

한편, 하울러음에 20dB, 6dB, 0dB의 비율로 가우시안잡음을 발생하여 섞었을 때의 검출결과를 표 6-2에 제시하였다. 가우시안잡음의 경우가 음성신호를 섞었을 때보다 오류가 전반적으로 조금 높지만, 이 경우에도 하울러음 신호레벨과 같은 잡음이 발생하는 경우에는 그 오류가 아주 높게 나타났다.

Table 6-1 Detection result of a howler sound under speech signals.

표 6-1 음성신호의 간섭에 대한 하울러음 검출결과

실효치 SNR	검출성능(%)	검출오류(%)
clean	100.0	0.0
20 dB	99.7	0.3
6 dB	99.3	0.7
0 dB	91.6	8.4

Table 6-2 Detection result of a howler sound under Gaussian noise.

표 6-2 가우시안잡음에 대한 하울러음 검출결과

실효치 SNR	검출성능(%)	검출오류(%)
clean	100.0	0.0
20 dB	99.6	0.4
6 dB	98.5	1.5
0 dB	91.2	8.8

Ⅶ. 결 론

사회가 고도로 정보화되는 지금 전화기는 장식품이 아닌 가정의 필수품으로 활용되고 있다. 그렇지만 사용자의 부주의로 송수화기가 방치되면 전화국의 전력이 낭비되고, 가입자는 외부로 부터의 전화호출을 받을 수 없는 등의 불이익이 초래될 수 있다. 이러한 문제를 방지하기 위하여 전화교환기에서는 하울러장치를 통해 가입자의 송수화기가 현재 방치되어 있음을 하울러음으로 알려준다. 그렇지만 전화기의 송수화기에는 큰 출력의 하울러음을 허용할 수 없기 때문에 하울러음을 잘 감지할 수 없게 된다.

따라서 우리는 이러한 문제점을 해결하기 위해

전화기 자체에서 통화의 상태를 파악하고 있다가 전화국의 교환대에서 전화기에 하울러음을 보내오면 전화기의 훅-스위치를 자동으로 차단하는 전화기 시스템을 새로이 개발하였다. 이러한 시스템에서는 하울러감지기의 성능이 시스템의 성능을 좌우하기 때문에 하울러음이 갖는 시간영역의 특징과 주파수영역의 장점을 살린 혼성영역 처리기법을 새로이 제안하였다.

주변환경으로서 음성신호를 하울러음에 섞은 다음에 검출의 성능을 평가하였을 때에 신호대 잡음비가 6dB까지는 검출오류가 1%이내로 우수하게 얻어졌다. 가우시안잡음이 존재하는 경우의 성능은 음성신호만 존재하는 경우와 거의 비슷하였으나 신호대잡음비가 6dB이상인 경우에는 검출 오류가 8% 이상으로 나타났다. 따라서 앞으로는 신호대 잡음비가 6dB이상인 경우에도 우수한 결과가 얻어질 수 있는 검출알고리즘의 개선에 관한 연구를 진행해야 한다.

Ⅷ. 참고문헌

1. 배명진, 심용걸, 유홍균, 효연찬, 전자통신공학, 홍릉과학출판사, 1992년 9월.
2. 배명진, 심용걸, 유홍균, 효연찬, 8086/8088계역-세계 프로그래밍 인터페이스, 홍릉과학출판사, 1991년 8월.
3. 배명진, 임운천, 문대철, 유홍균, 이산신호시스템, 대영사, 1990년 3월.
4. L.B. Jackson, *Signals, Systems, and Transforms*, Addison-Wesley Publishing Company, New York, 1991.
5. L.R. Rabiner & B. Gold, *Theory and Application of Digital Signal Processing*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1975.
6. L.R. Rabiner & R.W. Schafer, *Digital Processing of Speech Signals*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1978.
7. Douglas O'Shaughnessy, *Speech Communication (Human and Machine)*, Addition-Wesley Publishing Company, 1987.
8. P.E. Papamichalis, *Practical Approaches to Speech coding*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.

- 9 N.S. Jayant, Peter Noll, *Digital Coding of Waveforms-Principles and Applications to Speech and Video*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1984.
- 10 Jan P. van Hemert, "Automatic Segmentation of Speech", *IEEE trans. Acoust., Speech, and Signal Proc.* vol ASSP-39 NO.4, pp.1008~1012.
- 11 배 명진, "하울러음 발생시에 훅-스위치를 자동 차단하는 전화기 시스템", 대한민국 특허청, 출원번호 91-5435, 공개번호 92-20893.

▲배 명진 : 현 숭실대학교 정보통신공학과 교수
(11권 1E호 참고)

▲정 영 창



1969년 : 전북대학교 전기공학과
(공학사)

1976년 : 전북대학교 전기공학과
(공학석사)

1986년 : 숭실대학교 전자공학과
(공학박사)

1979년~현재 : 호서대학교 전자공학과