

## 검색에 기초한 파형 검출 알고리즘

박 승 훈 · 장 태 규\*

= Abstract =

### Waveform Detection Algorithm based on the Search of Distinctive Line-Segments

Seung-Hun Park, Tae-Gyu Chang\*

We present a new waveform detection method, based on the search of distinctive line-segments. The method is based on the basic assumption that the waveform morphology of biological signals is readily characterized by a sequence of the distinctive line-segments and their structural features. In this method, the distinctive line-segments are first searched for, and a structural feature analysis is performed on the distinctive line-segments found.

Experiments of detecting epileptic spikes were carried out to evaluate the detection performance of the method. Two subjects were used for training and tuning the algorithm and four subjects for testing the method. The results were obtained on two different performance indices, detection ratio and the number of false detections per minute.

#### 서 론

지금까지 생체신호는 주로 판독전문가들의 육안에 의해 해석되어 왔다. 이 작업은 시간이 많이 걸리고, 지루하며, 개인의 관점에 의해 해석이 달라

지는 작업이다. 따라서 컴퓨터가 소개된 이후, 이를 이용하여 자동화 하기 위한 시도가 많은 학자들 사이에 꾸준히 있어 왔다. 이는 이러한 작업을 자동화함으로써, 판독전문가들의 업무를 줄일 수 있고, 진단하는 데 걸리는 시간을 단축할 수 있으며, 일관성있는 판독결과를 얻을 수 있기 때문이다.

(접수 : 1993년 4월 16일)

건국대학교 의과대학 의공학학과

\* 중앙대학교 공과대학 제어계측공학과

Dept. of Biomedical Engineering, Kon Kuk Univ.

\* Dept. of Control & Instrumentation Engineering, Chung-Ang Univ.

\* 이 연구는 1992년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 결과임.

\* 과제번호 923-0800-012-2

생체신호의 자동판독을 위해 사용하였던 방법은 크게 2가지로 나누어진다. 학자들이 가장 많이 선택하였던 것은 생체신호를 주파수영역으로 변환하여, 이 영역에서 특징들과 임상적인 의미를 관련지어 해석하는 방법이다. 이 방법은 임상에서 의미가 있는 생체신호의 현상 혹은 특징이 시간영역에서 보다 주파수영역에서 두드러지게 나타난다는 가정

에 기본을 둔 것이다. 이렇게 주파수영역에서 나타난 특징을 분석하여 해석하는 방법은 특정한 응용 분야에서 유용하게 사용되어 왔으나, 근본적으로 여러 순간들의 평균에 의존하는 방법이기 때문에 반복하여 나타나지 않고 갑자기 나타나 순식간에 사라지는 활동등을 분석하기에는 적당하지 않다고 알려져 있다[3,5]. 오늘날까지 많은 의사들에 의해 축적된 임상지식들은 대부분 시간영역에서 생체신호의 파형에 기본을 둔 것들이다. 따라서 주파수영역에서의 특징을 자동해석에 이용하기 위해서는 그러한 특징들이 임상에서 어떠한 의미를 갖는가에 대한 연구부터 먼저 수행되어야 할 것이다.

최근 들어 지식기반시스템에 대한 연구가 활발해지면서 많은 학자들이 관심을 갖게된 또 다른 방법은 판독전문가들이 시각 판독하는 동안 수행한다고 믿어지는 과정을 그대로 모방하는 것이다. 육안에 의한 시각판독작업에서 판독전문가들은 먼저 생체신호에 나타나는 특징적인 파형들을 찾아내고, 이들을 바탕으로 하여 임상에서 중요한 의미를 간추려 낸다. 즉, 시간영역에서 파형은 생체신호에서 임상적인 의미를 갖는 가장 기본이 되는 정보인 셈이다. 이 시간영역 방법에서는 판독전문가들이 시각 판독에서 처럼 임상적인 의미가 있는 파형들을 자동으로 검출하고, 이를 바탕으로 하여 생체신호를 해석하기 때문에, 지금까지 판독전문가들이 쌓아온 임상지식들을 쉽게 활용할 수 있다. 이 방법에서는 임상적인 의미가 있는 파형들을 확실하게 검출하는 것이 정확한 해석을 위해 매우 중요하다.

생체신호에 나타나는 파형들을 자동으로 검출하기 위해 많은 학자들이 즐겨 사용했던 방법은 여파기를 사용하여 특정 주파수 범위에 드는 활동을 강조하여 극소점과 극대점들을 얻고, 이들 사이의 진폭과 시간간격에 대한 특징들을 검사하여 파형을 검출하는 것이다[1,2,5]. 그러나 이방법은 예비적인 신호처리 작업 중에 발생하는 파형의 찌그러짐 때문에 다음 단계에서 이루어지는 파형검출이 많은 영향을 받는다. 이러한 결점을 보완하기 위해 예비적인 신호처리 과정없이 도형특징들만을 이용하여 파형을 검출하려는 노력이 최근 들어 많이 시도되고 있다 [3,4]. 이 논문에서는 파형을 구성하는 특징직선요소들의 종류와 배치형태, 인접한 요소들의 연결구조등을 이용하여 파형을 나타낼

수 있다는 가정에 바탕을 둔, 예비적인 신호처리 과정이 필요하지 않는 새로운 파형 검출방법을 제안하였다.

### 검색에 기초한 특징직선요소 검출

신호를 시간축 위에서 분할하는 기법들은 주로 신호를 분할하여 분할된 부분의 신호를 특징짓는 몇가지 변수들로 나타냄으로써, 신호를 압축하기 위해 주로 사용되어 왔다[6,7]. 이러한 신호 압축을 위한 분할과정에서는 신호 파형에 대한 정보들을 거의 사용하지 않는다. 파형을 검출하는 문제에서도 예비적인 신호처리를 위하여 이러한 분할기법들을 사용하는데, 여기에서는 신호파형에 대한 정보들을 분할하는 과정에 직접 이용한다. 이 논문에서 제안한 파형검출방법에서는 검색을 통하여 특징직선요소들을 검출하고, 이들을 중심으로 신호를 분할한다. 여기에서 분할과정은 고립된 예비 단계가 아닌 파형 검출의 첫 단계로서 파형검출에서 중요한 역할을 담당하고 있다.

특징직선요소를 검색하기 위한 과정에서 6개의 도형특징변수들이 사용되는데, 이들은 검색공간을 검색계속구역과 검출성공구역, 검색중단구역으로 분류하는데 사용된다. 이러한 도형변수들은 실제 신호 데이터에서 추출한 여러 개의 파형 예들을 분석하여 결정한 값들이다. 그림 1은 이러한 구역들을 시간-진폭 공간 위에 나타낸 것이다. 직선요소는 2개의 극점들로 표현되는데, 두 극점중 시간축 위에서 앞선 극점은 시작점, 뒤에 위치한 점은 끝점이라 한다. 6개의 도형특징변수들은  $A_{max}$ ,  $A_{min}$ ,  $T_{max}$ ,  $T_{min}$ ,  $S_{max}$ ,  $S_{min}$ 으로 표시하며, 각각 시작점과 끝점들의 최대진폭차이, 최소진폭차이, 최대시간간격, 최소시간간격, 그리고 최대기울기와 최소기울기를 의미한다.

직선요소의 검색에서는 한개의 시작점에 대해 끝점을 변화시키면서 두극점들에 의해 결정된 직선요소가 어느 검색공간 안에 놓여있는가를 검사하여, 놓여진 구역의 종류에 따라 각각 다른 작업을 수행한다. 시작점이 달라지면, 새로운 검색과정을 시작하였다고 말한다. 그림 2-a에서 나타난 것처럼 시작점( $E_i$ )과 끝점( $E_{i+1}$ )으로 이루어진 직선요소가 검색중단구역안에 들어 있으면 시작점( $E_i$ )을 증가시켜 새로운 시작점( $E_{i+1}$ )에서 새로운 검색

과정을 시작한다. 그림 2-b에서 나타난 것처럼 시작점( $E_i$ )과 끝점( $E_{i+1}$ )으로 이루어진 직선요소가 검색계속구역 안에 포함되면, 끝점을 증가시켜서 검색을 계속한다. 그림 2-b에서  $E_k, E_{k+1}, E_{k+2}$ 와 같이 끝점이 검색성공구역 안에 포함되어 있으면, 그 직선요소는 특징직선요소로서 자격을 가지며 특징직선요소후보라 불리운다. 그림 2-b에서  $E_k$ 와 같이 한 개의 시작점에 대해 처음으로 특징적인 직선요소가 발견될 때는 그림 2-d에 나타난 것처럼  $S_{min}$ 과  $S_{max}$ 를 조정하여 검색계속구역을 좁힌다. 발견된 직선요소들은 특징직선 요소후보 명단에 등록하고, 끝점을 증가시켜 검색을 계속한다. 그림 2-b의  $E_{k+3}$ 과 같이 끝점이 검색중단구역 안에 들어있어 검색이 중단되면, 우선, 특징직선요소후보 명단을 검사하고, 그 중에서 한 개를 특징직선요소로 선정한 후 새로운 검색과정을 시작한다. 여러개의 특징직선요소후보 중에서 한 특징직선요소를 선정할 때, 가장 큰 진폭을 갖는 직선요소를 선택하는 것을 원칙으로 하였다.

### 파형의 구조적인 특징 표현과 파형식별

검색에 기초한 파형검출방법에서 생체신호의 파형은 그것을 구성하고 있는 특징직선요소들의 종류와 배치, 이웃한 요소들의 연결관계로 특징 지어진다. 파형을 구성하고 있는 특징직선요소들의 종류와 배치는 각 특징직선요소에 서로 구별할 수 있는 문자이름을 주어, 이들을 나열함으로써 나타낸다. 즉 문자적인 표현방법을 사용하여, 직선요소들의 종류와 배치순서를 표시하는 것이다. 이웃한 두 직선요소들사이 연결관계는 직선요소들사이 시간간격과 진폭의 차이를 변수로 사용하여 연결성을 나타낸다.

표현된 파형의 구조적 특징은 배치순서에 의한 선별과 연결성 분석이라는 두 단계에서 파형들을 식별하기 위해 사용된다. 즉, 특징파형의 특징직선요소들로 이루어진 경우에도 그 파형의 구조적인 특징을 지니고 있지 않으면, 그 파형으로 검출하지 않는다. 배치순서에 의한 선별 단계에서는 특징직선요소들이 일정한 순서로 정돈되어 있는 가를 검사한다. 검출된 특징직선요소들이 정해진 순서대로 배치되어 있으면, 이들은 검출하고자 하는 파형을 구성할 가능성이 크나, 정해진 순서와 다르게 배치

된 직선요소들의 집합은 직선요소들의 검출이 완벽하다고 가정했을 때 파형을 구성할 가능성이 거의 없다. 따라서, 미리 검출된 직선요소들의 배치를 검사함으로써 가능성이 거의 없는 경우에는 시간이 많이 걸리는 연결성 분석과정을 생략하게 하여 수행속도를 빠르게 한다. 정해진 순서대로 배치된 특징직선요소 집합들은 파형후보라 불리운다.

연결성 분석 단계에서는 이웃한 특징직선요소들이 파형을 이룰 수 있을 만큼 적절히 연결되어 있는 가를 검사한다. 이웃한 두 직선요소의 적절한 연결은 연결성을 나타내는 지수들이 정해진 범위 안에 존재하는 가를 검사하여 결정한다. 연결성지수들이 이러한 범위를 만족하면, 그 파형후보는 파형이 시작되는 시간과 끝나는 시간, 파형의 종류를 나타내는 문자이름, 그리고 발생한 지점등의 정보와 함께 저장된다.

### 간질병에 의한 뾰족파형 검출 시스템의 구성

이 논문에서 제안한 파형검출방법을 간질병의 징후로 뇌전도에 나타나는 뾰족한 파형을 검출하는 문제에 적용하기 위하여 전체구성도가 그림 4와 같은 검출시스템을 개발하였다. 아래 쪽에 존재하는 두 개의 검색기들은 간질병의 징후로 나타나는 뾰족파형을 구성하는 두 종류의 특징직선요소들(그림 3에서 정의된 두 종류의 직선요소들, p1sp와 n2sp)을 각각 검출하기 위한 것으로, 양자화된 뇌전도 신호로부터 각각 해당되는 특징직선요소들을 검출하여 직선요소목록에 저장한다. 여기에서 p1sp와 n2sp는 각각 뾰족파형의 상승부분과 뒤따라오는 하강부분에 해당하는 직선요소들이다. 특징직선요소 검색기들의 위에는 저장된 두 가지 종류의 특징직선요소들의 집합에 대해 배치순서에 의한 선별과 연결성분석을 수행하는 부분이 위치한다. 이 부분을 무사이 통과한 두 개의 특징직선요소 조합은 뾰족파형으로 보고 발생한 시간정보와 함께 검출을 기록한다.

### 실험 방법

다음은 이 논문에서 제안한 파형검출방법의 성능을 평가하기 위한 실험에 관한 설명이다. 이 실험에 사용된 뇌전도 신호는 미국 Gainesville에 위

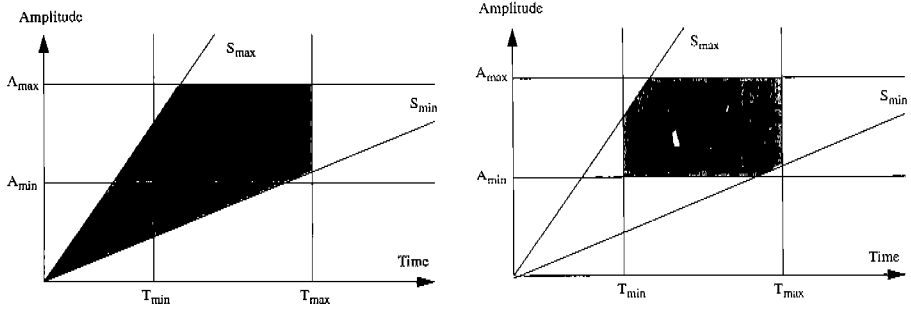


그림 1 검색 공간의 분류 (a) 검색계속구역 (b) 검출성공구역 (검색중단구역은 검색계속구역을 제외한 모든 구역)

Fig. 1 Two different search regions (a) Search-continuation region (b) Valid line-segment region

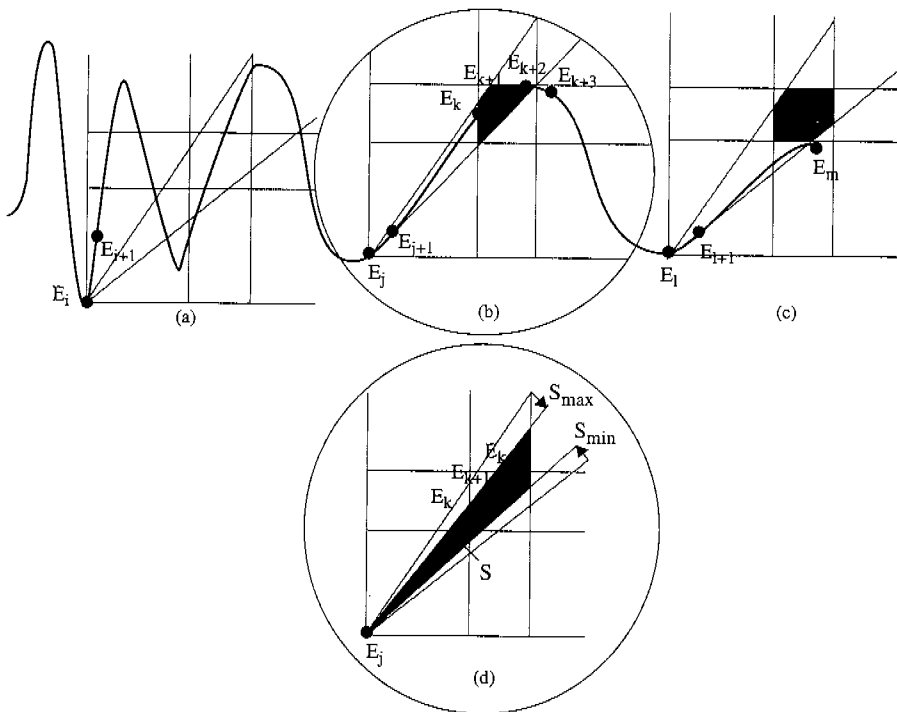


그림 2 검색과정의 예 (a) 검색이 중단된 경우 (b) 검색에 성공한 경우 (c) 검색을 계속했으나 결국 실패한 경우 (d) 특징직선요소후보를 처음으로 발견한 후 검색계속구역의 조정

Fig. 2 Examples of the search process (a) Failed search process (b) Successful search process. (c) Continued, but failed search process (d) Adjustment of the search-continuation region after detecting the first valid line segment

```
// File - spike.wave

Waveform-Type      : Single-Phasic
Waveform-Name     : spike
Duration-Span-Ratio : 15%
Amplitude-Span-Ratio : 30%
Number-Of-Wave-Models : 1

PattenDefinition :
Waveform-Model-Name : upward-spike
Minimum-Total-Duration : 32 msec
Maximum-Total-Duration : 110msec
Average-Duty-Ratio : 70%
Sequential-Segment-Pattern : p1sp · n2sp
Minimum-Pair-Period : <32> (unit:msec)
Maximum-Pair-Period : <110> (unit:msec)
Minimum-pair-Duty-Ratio : <70> (unit:%)
EndDefinition
```

```
// Segment Name - plsp

Upper-contraction-Rate : 6%
Lower-contraction-Rate : 6%
Minimum-Period : 12msec
Maximum-Period : 40msec
Minimum-Amplitude : 650uV
Maximum-Amplitude : 5000uV
Minimum-Slope : 3.5 uV/msec
Maximum-Slope : 25uV/msec
Slope-direction : Positive
Selection-Policy : Max-Amplitude

// Segment Name - n2sp

Upper-contraction-Rate : 12%
Lower-contraction-Rate : 10%
Minimum-Period : 20msec
Maximum-Period : 70msec
Minimum-amplitude : 200 μV
Maximum-Amplitude : 600 uV
Minimum-Slope : 2 uV/msec
Maximum-Slope : 20 uV/msec
Slope-Direction : Negative
Selection-Policy : Max-Amplitude
```

그림 3 간질병형 뾰족파형의 확정된 파형건본  
Fig. 3 A waveform model of epileptic spikes

지한 플로리다 대학에서 6명의 실험대상자들로부터 250Hz속도로 표본화한 것으로 8bit 해상도를 가지고 있다. 각 실험대상신호는 각기 다른 실험대상자로부터 약 1.5시간 동안 수집한 것으로, 하드

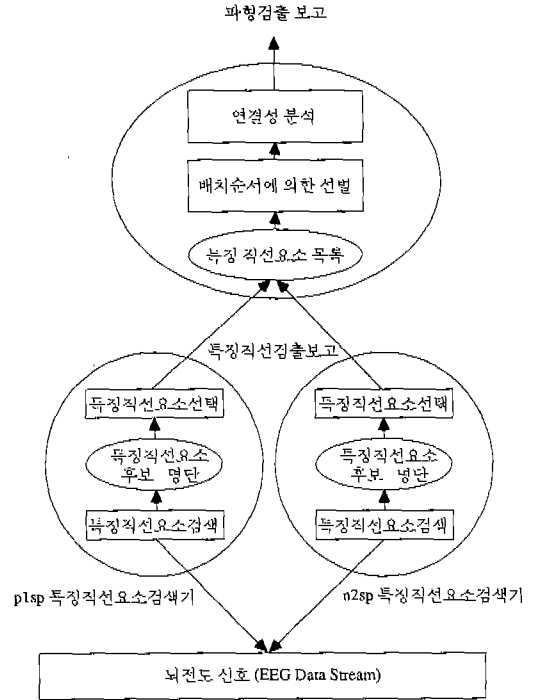


그림 4 간질병형 뾰족파형 검출시스템의 구성도  
Fig. 4 The organization of epileptic spike detection system

디스크에 저장함과 동시에 판독전문가들을 위해 따로 종이기록장치에 기록한 것이다. 4명의 실험대상자는 간질병 증세가 확실한 환자들이고, 2명의 실험 대상자는 간질병의 감염여부가 의심스러운 환자들이다. 간질병 증세가 확실한 환자들에서 수집한 뇌전도 신호는 간질병으로 인한 뾰족한 각종 파형들이 포함하고 있으며, 특유하게 나타나는 느린 배경활동도 역시 포함하고 있다. 감염여부가 의심스러운 실험대상자들로부터 수집한 신호들도 역시 뾰족한 파형들을 포함하나, 그것들이 간질병에 의한 것인 지는 확실하지 않다. 신호를 수집하고 있을 때, 실험대상자들은 말하고, 음식을 먹고, 움직이고, 그리고 때때로 수면을 취하는 등 정상적인 활동을 하고 있었다. 따라서 수집된 뇌전도 신호는 눈운동, 근육활동, 전극에 의한 교란, 잠을 잘때 나타나는 스피클 파형등을 포함하고 있다.

검출성능을 좌우하는 요인중의 하나는 검출알고리즘의 조율이다. 정확한 파형건본의 선택은 파형 검출을 위한 예비 단계이지만 검출성능의 향상을

위해서는 매우 중요한 단계이다. 처음에는 여러 학자들에게 널리 인정을 받는 파형의 도형 특징들로부터 파형견본을 만들었다. 이 파형견본은 아직 조율하지 않아서 실제로 검출 성능실험에 사용할 수 없다. 정확한 파형견본을 얻기 위해서는 실제로 이 파형견본을 사용하여 뇌전도 신호를 처리해 보아야 하며, 판독전문가들의 결과와 비교하여 잘못 동작한 경우 이를 수정하여야 한다. 이러한 과정을 훈련과 조율이라 한다.

본 실험에서는 간질병의 징후를 확실히 갖는 두 사람의 실험대상자들로 부터 수집한 뇌전도 신호를 사용하여 훈련과 조율을 하였다. 훈련과 조율과정은 다음과 같다. 우선 두 사람의 판독전문가를 초빙하여 독립적으로 동일한 뇌전도 신호를 판독하게 한다. 두 사람의 판독전문가들을 독립적으로 판독하게 하는 이유는 상대방에게 영향을 주지 않도록 하기 위함이다. 뾰족한 파형을 발견하면 그 부분을 표시한다. 두 사람의 판독전문가들이 모두 간질병에 의한 뾰족한 파형이라고 판정한 경우, 유효한 검출인 것으로 판정하고, 동의하지 않는 경우는 유효하지 않는 검출로 판정한다. 두번째로 위에서 얻은 파형견본을 사용하여 제안한 방법에 의해 주어진 뇌전도 신호를 처리한다. 제한한 방법에 의해 처리한 결과와 판독전문가들이 판정한 결과를 비교하여, 검출하여야 할 것을 빠뜨린 경우를 찾아낸 다음, 이를 검출할 수 있도록 파형견본을 수정한다. 이러한 시험과 파형견본 수정과정은 판독전문가들이 검출한 거의 모든 파형들을 빠뜨리지 않고 검출할수 있을 때까지 되풀이 된다. 위와 같은 훈련과 조율 과정이 끝나면 마지막으로 수정된 파형견본을 사용하여 검출성능을 평가한다.

검출성능을 평가할 때는 훈련과 조율 과정에서 사용하였던 실험대상자의 뇌전도 신호가 아닌 다른 실험대상자의 뇌전도 신호를 사용한다. 이는 파형표본이 특정한 실험대상자의 신호에 적용하여 그 실험대상자의 신호에 대해 잘 동작하는 효과성능평가에 포함되지 않도록 하기 위함이다. 검출성능을 평가하기 위해 다음과 같은 작업을 수행하였다. 먼저 두 사람의 판독전문가들이 각각 독립적으로 뇌전도 신호를 판독하여 간질병에 의한 뾰족 파형을 검출하며, 확정된 파형견본을 사용한 검출방법을 같은 뇌전도 신호에 적용한다. 그림 3은 이러한 과정을 거쳐 확정된 간질병형 뾰족 파형의

견본이다.

본 실험에서 검출부합율과 단위시간당 평균 거짓검출횟수를 검출성능을 나타내는 지표로 사용하였다. 검출부합율은 제안한 방법에 의해 처리된 검출결과와 판독전문가들의 결과가 일치하는 정도를, 그리고 단위시간당 평균 거짓검출횟수는 잘못 검출하는 정도를 나타내기 위함이다. 간질병으로 인한 뾰족한 파형의 자동검출은 여러 방면에 응용할 수 있는데, 그중 뇌전도 신호를 보고 간질병환자를 가려내는 진단과정에 사용하면 의사들의 수고를 많이 줄일 수 있을 것으로 기대하고 있다. 간질병환자의 징후인 발작증세는 정기적으로 나타나는 현상이 아니고, 예고없이 나타나기 때문에 이를 기록하기 위해서는 오랜 기간동안 관찰하여야 하고, 따라서 저장해야 할 신호량도 많아진다. 이러한 파형을 자동으로 검출함으로써 다음과 같은 편리 얻을 수 있다. 장기간 관찰하여 저장한 많은 량의 신호를 한꺼번에 처리하여 이러한 파형이 존재할 가능성이 많은 부분만을 골라서 판독전문가들에게 제공함으로써, 판독하는데 걸리는 시간을 절약할 수 있게한다. 또한 이러한 자동 검출이 실시간으로 동작할 수 있다면, 많은 량의 신호를 저장할 필요 없이 필요한 부분만을 골라 저장함으로써 저장과 관리에 소요되는 시간과 노력, 저장매체를 구입하는데 드는 비용을 절감할 수 있다. 이러한 용도로 사용할 때, 단위시간당 평균 거짓검출횟수는 중요한 의미를 갖는다. 거짓검출횟수가 많을수록 신호가 줄어드는 비율도 작아진다.

## 실험결과 및 토의

도표 1은 위에서 수행한 실험에서 얻은 결과를 보여주고 있다. 실험대상 R08BU01과 R08PA02는 간질병의 징후가 뚜렷이 나타나는 환자들로부터 얻은 신호이고, 실험대상 R08RO01과 R08DO01은 간질병의 징후가 희미한 환자들로부터 얻은 신호이다. 도표 1에서 나타난 것처럼 판독전문가가 찾아낸 대부분 파형들이 자동검출방법에 의해서도 검출되었다. 실험대상 R08BU01의 경우 검출부합율 88%, 1분당 평균 거짓검출횟수 약 53개이며, R08RA02의 경우 각각 91%, 약 10개이다. 실험대상 R08RO01과 R08DO01에서는 판독전문가들이 한 개의 파형도 찾아내지 못했기 때문에 검출부합율

**도표 1** 두 사람의 판독전문가들의 시각판독 결과와 제안한 방법에 의한 결과의 비교 (1시간 30분동안 수집한 신호에 대한 결과임)

**Table 1** Comparison of the detections two EEGers agreed and the result of the proposed method (the results were for four 1.5 hour long data sets)

Scorer Subject	EEGers agreed	System	Both agreed
R08BU01	25	4858	22
R08PA02	60	980	25
R08RO01	0	547	0
R08DO01	0	16	0

을 구할 수 없었다. 1분당 평균 거짓검출횟수는 각각 약 6개, 0.17개이다.

판독전문가는 육체의 피로나 감정에 약하고, 판독원칙이 서로 다르기 때문에 판독결과를 개인마다 차이가 많다. 그러나 기계에 의한 생체신호 자동해석은 이러한 인간의 약점을 보완하고 있으며, 항상 같은 원칙에 의해 판독하기 때문에 언제 어디에서나 같은 결과를 얻을 수 있다. 이러한 일들을 효율적으로 처리하기 위해서는 실시간 처리가 가능해야 하고, 검출부합율이 높아야 하며, 단위시간당 평균 거짓검출횟수가 낮아야 한다.

이 논문에서 제안한 방법은 검출부합율에서는 만족할 만한 결과를 보였으나, 단위시간당 평균 거짓검출횟수가 매우 높다. 거짓검출의 대부분은 참 파형과 도형특징이 비슷하기 때문에 발생한 것이다. 도형특징이 비슷하나 참 파형이 아닌 경우, 판독전문가들은 도형특징의 다른 정보들을 같은 곳에서 얻은 앞뒤 신호 그리고 같은 때 다른 곳에서 얻은 신호들로부터 얻어 결정한다. 이러한 작업은 여러 곳에서 각기 다른 시간에 수집한 정보들을 모아 상호간의 인과관계를 분석하는 시공간 문맥 정보 처리 작업이라고 말할 수 있다. 판독전문가들은 이러한 시공간 문맥정보를 처리함으로써 도형특징은 비슷하지만 참 파형이 아닌 경우를 쉽게 식별할 수 있는 것이다. 거짓검출횟수를 줄이기 위해서는 이러한 시공간 문맥정보를 수집, 처리하여 거짓검출을 구분하는 과정을 덧붙여야 한다. 이를 위해서는 우선 여러곳에서 수집한 신호를 처리하

여 시공간 문맥정보를 이끌어 낼 수 있어야 하며, 이들을 직접 처리할 수 있는 판독전문가들의 판독요령을 기계가 이해 할 수 있는 형태로 표현하여야 한다. 판독전문가들의 판독요령은 개개인의 경험과 훈련을 통하여 얻은 것으로써, 기계가 이해할 수 있는 형태로 쉽게 변환할 수 있는 것도 있지만, 대부분의 경우 변환이 어렵다. 앞으로 이러한 분야 연구가 활발히 진행되어 자동검출에 적용할 수 있으면, 거짓검출횟수는 판독전문가 수준으로 낮출 수 있을 것이다.

## 결 론

본 논문에서 제안한 특징직선요소의 검색에 기초한 파형검출 방법은 파형을 구성하는 특징직선요소들이 독립적으로 검색하여 찾기 때문에, 이웃한 특징직선요소들이 적절하게 연결되어 있는가를 조사하는 과정이 추가되나, 검색을 통하여 특징직선요소를 찾아내는 과정을 도입함으로써 느린 파형과 빠른 파형이 겹쳐 있을 때, 빠른 파형을 예비적인 여과과정없이 검출할 수 있다. 따라서, 대역여과기등과 같은 예비적인 신호처리작업을 수행하여 느린 활동을 제거한 다음 빠른 파형을 검출하는, 검색을 사용하지 않는 방법에서 흔히 볼 수 있는 예비적인 신호처리작업에 의한 본래의 파형의 왜곡을 피할 수 있다.

본 논문에서는 제안한 방법을 간질병의 징후로 뇌전도에서 나타나는 빠른 파형을 검출하는 문제에 적용한 결과, 만족할 만한 검출부합율은 얻었으나, 단위시간당 평균거짓검출횟수가 높아서 실제로 판독전문가들을 대신하여 사용하기에는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 따라서, 이 방법은 파형 검출에 독립적으로는 사용할 수 없고, 비슷한 도형특징을 지니고 있지만 참 파형이 아닌 경우를 시공간 문맥정보를 이용하여 구별할 수 있는 지식기반시스템을 뒷 부분에 추가하면 판독전문가를 대신할 수 있을 정도로 거짓검출횟수를 낮출 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) Frost, J.D., Hilman, C.E. and Kellaway, P., "Automatic Interpretation of EEG : Analysis of

- Background Activity," *Computers and Biomedical Research*, vol. 13, pp. 242-257, Academic Press, London, 1980.
- 2) Gevins, A.S., Yeager, C.L., Diamond, S.L., Zeetlin, G.M., Spire, J.P. and Gevins, A.H., "Sharp Transient Analysis and Threshold Linear Coherence Spectra of Paroxysmal EEGs," in *Quantitative Analytic Studies in Epilepsy*, Kellaway, P. and Petersen, I., Eds., Raven Press, New York, pp. 463, 1976.
  - 3) Glover, J.R., Raghavan, N., Ktonas, P.Y., Frost, J.D., "Context-Based Automated Detection of Epileptogenic Sharp Transients in the EEG: Elimination of False Positives," *IEEE Trans, Biomedical Eng.*, vol. BME-36, No. 5, pp.519-527, May 1989.
  - 4) Gotman, J., "Computer Analysis of the EEG in Epilepsy," and book of *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Revised Series*, vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 1986.
  - 5) Principe, J.C. and Smith, J.R., "Automatic Detection of Spike-and-Wave Bursts," in *Long-Term Monitoring in Epilepsy (EEG suppl. No. 37)*, J. Gotman, J.R. Ives, and P. Gloor, Eds., pp. 115-131, Elsevier, Amsterdam, 1985.
  - 6) Pavlidis, T "Waveform Segmentation Through Functional Approximation," *IEEE Trans. Computers*, vol. C-22, No. 7, pp. 689-697, Jul. 1973.
  - 7) Mclochlin, C., Principe, J.C. and Smith, J.R., "A Data Compression Algorithm for the Electroencephalogram," *Int J. Biomed Comput*, 22, pp. 83-95, Elsevier Scientific Publishers Ireland Ltd.