



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0132692

(43) 공개일자 2015년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 19/00 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2014-0058590

(22) 출원일자 2014년05월15일

심사청구일자 2014년05월15일

(71) 출원인

한양대학교 산학협력단

서울특별시 성동구 왕십리로 222(행당동, 한양대학교내)

(72) 발명자

임창환

서울특별시 송파구 올림픽로 435, 306동 3001호
(신천동, 파크리오아파트)

장원두

경기도 남양주시 미금로57번길 20, 713동 102호
(도농동, 아이좋은집아파트)

차호승

서울 은평구 은평터널로5길 20-6

(74) 대리인

양정보

전체 청구항 수 : 총 10 항

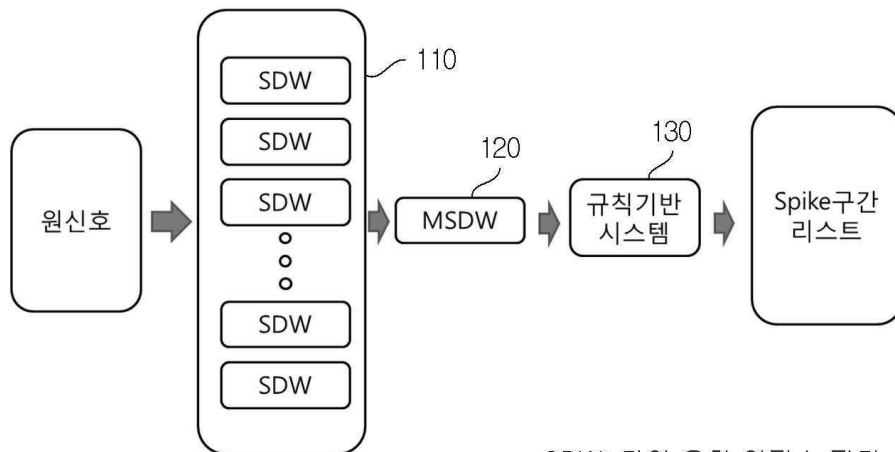
(54) 발명의 명칭 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법 및 시스템

(57) 요약

시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법 및 시스템이 제시된다.

본 발명에서 제안하는 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템에 있어서, 상기 원 신호에서 특정 윈도우 너비를 가지는 스파이크를 증폭하고, 다른 신호를 감쇄시키는 단일 윈도우를 사용하는 복수의 단일 유한 임펄스 필터; 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터를 통해 나온 신호들을 하나로 통합하는 다중 윈도우를 사용하는 다중 유한 임펄스 필터; 및 상기 다중 유한 임펄스 필터를 통해 나온 상기 신호로부터 상기 스파이크의 구간을 결정하는 규칙기반 의사결정 시스템을 포함한다.

대표도 - 도2



SDW: 단일 유한 임펄스 필터
MSDW: 다중 유한 임펄스 필터

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711006410

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업기술혁신사업 / 산업융합원천기술개발사업 / 디지털콘텐츠원천기술개발사업(RCMS)

연구과제명 다수 이용객 중심의 실시간 생체신호 기반 문화콘텐츠 평가 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 한양대학교 산학협력단

연구기간 2014.05.01 ~ 2015.02.28이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415131483

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업기술혁신사업 / 산업융합원천기술개발사업 / 산업융합기술산업원천기술개발사업(RCMS)

연구과제명 사용자 의도 인지형 멀티모달 brain-machine 인터페이스 시스템 개발

기 여 율 1/2

주관기관 한양대학교 산학협력단

연구기간 2014.05.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템에 있어서,

상기 원 신호에서 특정 윈도우 너비를 가지는 스파이크를 증폭하고, 다른 신호를 감쇄시키는 단일 윈도우를 사용하는 복수의 단일 유한 임펄스 필터;

상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터를 통해 나온 신호들을 하나로 통합하는 다중 윈도우를 사용하는 다중 유한 임펄스 필터; 및

상기 다중 유한 임펄스 필터를 통해 나온 상기 신호로부터 상기 스파이크의 구간을 결정하는 규칙기반 의사결정 시스템

을 포함하는 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터는

복수의 상기 윈도우 너비에 대해 각각 연산하여 상기 원 신호를 변형시키는 것

을 특징으로 하는 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터는

상기 원 신호를 변형시키는 상기 연산을 하기 식으로 나타내며,

$$SDW(t) = \sum_{k=t-n+1}^t S(k) - S(k-1)$$

여기서, t는 특정 시간 인덱스이고, n은 상기 윈도우 너비인 것

을 특징으로 하는 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 다중 유한 임펄스 필터는

임의의 시간에서의 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터 중 최대값인 것

을 특징으로 하는 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 규칙기반 의사결정 시스템은

상기 스파이크의 구간(R)을 하기 식으로 나타내며,

$$R = \left\{ \left[T(Max_{i-j}) - \left| W_{MSDW(T(Max_{i-j}))} \right| T(Min_i) \right] \mid Max_{i-j} - Min_i > \theta, Max_{i-j} > \theta \cdot \alpha, Min_i < -\theta \cdot \alpha \right\}$$

여기서, Max_i 와 Min_i 이 다중 윈도우를 사용하는 다중 유한 임펄스 필터(MSDW)의 i 번째 국소최소값(local minimum)과 국소최대값(local maximum)이고, $T(Max_i)$ 와 $T(Min_i)$ 는 각각 Max_i 와 Min_i 의 시간 인덱스이며, W 는 윈도우 크기이고 MSDW는 상기 다중 유한 임펄스 필터에 의해 통합된 신호이며, θ 는 임의의 임계치(threshold)이고, α 가 상기 임계치의 편측 가중치인 것

을 특징으로 하는 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템.

청구항 6

시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법에 있어서,

원 신호를 입력하는 단계;

입력된 상기 원 신호를 복수의 단일 유한 임펄스 필터를 이용하여 각각 신호를 변형하는 단계;

상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터에 의해 변형된 상기 신호들을 다중 유한 임펄스 필터를 이용하여 하나로 통합하는 단계; 및

규칙기반 의사결정 시스템을 이용하여 상기 다중 유한 임펄스 필터에서 나온 상기 신호부터 상기 스파이크의 구간을 결정하는 단계

을 포함하는 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터를 이용하여 각각 신호를 변형하는 단계는

복수의 윈도우 너비에 대해 각각 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터에서 연산하여 상기 원 신호를 변형시키는 것

을 특징으로 하는 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터에서 상기 원 신호를 변형시키는 상기 연산을 하기 식으로 나타내며,

$$SDW(t) = \sum_{k=t-n+1}^t S(k) - S(k-1)$$

여기서, t 는 특정 시간 인덱스이고, n 은 상기 윈도우 너비인 것

을 특징으로 하는 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 신호들을 다중 유한 임펄스 필터를 이용하여 하나로 통합하는 단계는

임의의 시간에서의 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터 중 최대값인 것

을 특징으로 하는 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 규칙기반 의사결정 시스템을 이용하여 상기 다중 유한 임펄스 필터에서 나온 상기 신호부터 상기 스파이크의 구간을 결정하는 단계는

상기 스파이크의 구간을 하기 식으로 나타내며,

$$R = \left\{ \left[T(Max_{i-j}) - \left| W_{MSDW(T(Max_{i-j}))} \right| T(Min_i) \right] \mid Max_{i-j} - Min_i > \theta, Max_{i-j} > \theta \cdot \alpha, Min_i < -\theta \cdot \alpha \right\}$$

여기서, Max_i 와 Min_i 이 다중 윈도우를 사용하는 다중 유한 임펄스 필터(MSDW)의 i 번째 국소최소값(local minimum)과 국소최대값(local maximum)이고, $T(Max_i)$ 와 $T(Min_i)$ 는 각각 Max_i 와 Min_i 의 시간 인덱스이며, W 는 윈도우 크기이고 MSDW는 상기 다중 유한 임펄스 필터에 의해 통합된 신호이며, θ 는 임의의 임계치(threshold)이고, α 가 상기 임계치의 편측 가중치치인 것

을 특징으로 하는 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 시계열 데이터에서 노비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법 및 시스템에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 시계열 데이터에서 스파이크의 구간을 검출하여 오염된 신호를 분석에서 제외시키는 시계열 데이터에서 노비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

뇌파 또는 뇌전도(Electroencephalogram: EEG) 신호는 뇌에서 발생하는 전기적 신호를 측정된 것으로 뇌활성도 감시에 사용된다. 마취뿐만 아니라, 일시적 심정지, 뇌사, 사망, 간질 등의 상태에서도 뇌활성도가 크게 변하게 되어, 이를 감시하기 위해서 뇌파 분석이 많이 활용되고 있다.

[0003]

이러한 데이터를 분석하기 위한 방법에는 독립 성분 분석, 임계치 처리법, 그리고 템플릿 매칭 등이 있다.

[0004]

독립 성분 분석(Independent Component Analysis; ICA)은 N 개의 독립적인 발신원을 가지는 데이터가 서로 섞여 있는 경우에, N 개의 서로 다른 지점에서 데이터를 측정하여 원 신호를 추정해 내는 방법이다. 뇌파 데이터에서 인공물의 발신원과 뇌파의 발신원이 다르다는 성질을 이용하여 뇌파데이터에서 인공물을 자동 검출하고 제거하는 데 사용된다.

[0005]

그리고, 임계치 처리법(Amplitude thresholding)은 데이터를 임의의 길이로 구간을 나누고(이 때, 나누어진 구간을 에폭(epoch)이라고 한다), 에폭(epoch) 단위에서 최대 진폭 값을 기준으로 스파이크의 포함 여부를 결정하는 방법이다. 방법의 단순성과 에폭(epoch) 단위 검출에서의 비교적 높은 정확도로 인해 널리 사용되고 있다.

[0006]

또한, 템플릿 매칭(Template matching)은 스파이크의 대표적인 형태를 템플릿으로 정하고, 이 템플릿과 테스트 신호와의 상관관계, 혹은 거리 값을 바탕으로 스파이크를 검출하는 방법으로, 스파이크의 범위를 결정할 수 있다는 장점이 있다.

[0007]

그러나, 종래의 독립 성분 분석(ICA)은 신호를 검출하는 지점의 수가 원 신호의 수와 동일하여야 한다는 제약이 가지고 있어, 뇌파신호(EEG) 등에서의 정확한 검출을 위해서는 다수의 채널정보가 필요하다. 이에 따라, 배터리, 부품의 개수 등에 민감한 모바일 장치의 개발 등에 적용하기 어렵다. 또한, 복잡한 알고리즘으로 인해 처리시간이 많이 걸리므로 실시간 처리에 적용하기 어렵다

[0008]

그리고, 임계치 처리법은 에폭(epoch) 단위로 판별이 가능할 뿐, 스파이크의 구간을 검출할 수 없으며, 스파이크의 정점(Peak point)이 에폭(epoch)에 포함되지 않은 경우에는 정점과 에폭(epoch)과의 거리가 멀어짐에 따라 검출률이 급속히 감소한다.

[0009] 또한, 템플릿 매칭은 템플릿의 선택이 성능을 결정하는 매우 중요한 요소이며, 템플릿 선정은 개인별로 전문가에 의해 이루어져야 하므로 실제 제품에 적용하여 사용하기에는 어려움이 많다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 시계열 데이터에서 복수의 유한 임펄스 필터와 규칙기반 의사결정 시스템의 조합으로 스파이크의 구간을 검출하여 오염된 신호를 분석에서 제외함으로써, 간단한 구조에 의해 분석의 정확도를 높일 수 있는 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법 및 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템에 있어서, 상기 원 신호에서 특정 윈도우 너비를 가지는 스파이크를 증폭하고, 다른 신호를 감쇄시키는 단일 윈도우를 사용하는 복수의 단일 유한 임펄스 필터; 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터를 통해 나온 신호들을 하나로 통합하는 다중 윈도우를 사용하는 다중 유한 임펄스 필터; 및 상기 다중 유한 임펄스 필터를 통해 나온 상기 신호로부터 상기 스파이크의 구간을 결정하는 규칙기반 의사결정 시스템을 포함한다.

[0012] 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터는 복수의 상기 윈도우 너비에 대해 각각 연산하여 상기 원 신호를 변형시킬 수 있다.

[0013] 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터는 상기 원 신호를 변형시키는 상기 연산을 하기 식으로 나타내며,

$$SDW(t) = \sum_{k=t-n+1}^t S(k) - S(k-1)$$

[0015] 여기서, t는 특정 시간 인덱스이고, n은 상기 윈도우 너비일 수 있다.

[0016] 상기 다중 유한 임펄스 필터는 임의의 시간에서의 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터 중 최대값인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 상기 규칙기반 의사결정 시스템은 상기 스파이크의 구간을 하기 식으로 나타내며,

$$R = \left\{ \left[T(Max_{i-j}) - \left| W_{MSDW(T(Max_{i-j}))} \right| T(Min_i) \right] \mid Max_{i-j} - Min_i > \theta, Max_{i-j} > \theta \cdot \alpha, Min_i < -\theta \cdot \alpha \right\}$$

[0019] 여기서, Max_i 와 Min_i 이 다중 윈도우를 사용하는 다중 유한 임펄스 필터(MSDW)의 i 번째 국소최소값(local minimum)과 국소최대값(local maximum)이고, $T(Max_i)$ 와 $T(Min_i)$ 는 각각 Max_i 와 Min_i 의 시간 인덱스이며, W는 윈도우 크기이고 MSDW는 상기 다중 유한 임펄스 필터에 의해 통합된 신호이며, θ 는 임의의 임계치(threshold)이고, α 가 상기 임계치의 편측 가중치일 수 있다.

[0020] 다른 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법에 있어서, 원 신호를 입력하는 단계; 입력된 상기 원 신호를 복수의 단일 유한 임펄스 필터를 이용하여 각각 신호를 변형하는 단계; 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터에 의해 변형된 상기 신호들을 다중 유한 임펄스 필터를 이용하여 하나로 통합하는 단계; 및 규칙기반 의사결정 시스템을 이용하여 상기 다중 유한 임펄스 필터에서 나온 상기 신호로부터 상기 스파이크의 구간을 결정하는 단계를 포함한다.

[0021] 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터를 이용하여 각각 신호를 변형하는 단계는 복수의 윈도우 너비에 대해 각각 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터에서 연산하여 상기 원 신호를 변형시킬 수 있다.

상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터에서 상기 원 신호를 변형시키는 상기 연산을 하기 식으로 나타내며,

$$SDW(t) = \sum_{k=t-n+1}^t S(k) - S(k-1)$$

여기서, t는 특정 시간 인덱스이고, n은 상기 윈도우 너비일 수 있다.

상기 신호들을 다중 유한 임펄스 필터를 이용하여 하나로 통합하는 단계는 임의의 시간에서의 상기 복수의 단일 유한 임펄스 필터 중 최대값일 수 있다.

상기 규칙기반 의사결정 시스템을 이용하여 상기 다중 유한 임펄스 필터에서 나온 상기 신호부터 상기 스파이크의 구간을 결정하는 단계는 상기 스파이크의 구간을 하기 식으로 나타내며,

$$R = \left\{ \left[T(Max_{i-j}) - \left| W_{MSDW(T(Max_{i-j}))} \right| T(Min_i) \right] \mid Max_{i-j} - Min_i > \theta, Max_{i-j} > \theta \cdot \alpha, Min_i < -\theta \cdot \alpha \right\}$$

여기서, Max_i 와 Min_i 이 다중 윈도우를 사용하는 다중 유한 임펄스 필터(MSDW)의 i 번째 국소최소값(local minimum)과 국소최대값(local maximum)이고, $T(Max_i)$ 와 $T(Min_i)$ 는 각각 Max_i 와 Min_i 의 시간 인덱스이며, W는 윈도우 크기이고 MSDW는 상기 다중 유한 임펄스 필터에 의해 통합된 신호이며, θ 는 임의의 임계치(threshold)이고, α 가 상기 임계치의 편측 가중치일 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 실시예들에 따르면 시계열 데이터에서 복수의 유한 임펄스 필터와 규칙기반 의사결정 시스템의 조합으로 스파이크의 구간을 검출하여 오염된 신호를 분석에서 제외함으로써, 간단한 구조에 의해 분석의 정확도를 높일 수 있는 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 윈도우를 사용하는 단일 유한 임펄스 필터를 이용한 신호 변형을 나타낸 도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템을 나타낸 도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출 방법을 나타낸 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터에서 검출된 눈 깜빡임 인공물을 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 연속구간에서 인공물의 검출 정확도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템 및 방법을 제시한다.

기존의 방법들은 다수의 채널 데이터를 요구하거나, 스파이크(Spike)의 구간을 검출하지 못하고 임의의 정해진 구간에서 스파이크의 포함 여부만을 판별하거나, 전문가의 개별설정이 필요하다는 단점이 있었다. 본 발명은 단일 채널의 시계열 데이터에서, 복수의 유한 임펄스 필터와 규칙기반 의사결정 시스템의 조합으로 스파이크의 구간을 검출하여 분석에서 제외시킬 수 있다.

- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 윈도우를 사용하는 단일 유한 임펄스 필터를 이용한 신호 변형을 나타낸 도이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 단일 윈도우를 사용하는 디지털 유한 임펄스 필터인 단일 유한 임펄스 필터를 이용하여, 윈도우 안에서 인접한 신호간 미분의 합을 구함으로써, 특정 너비를 가지는 스파이크를 필터링할 수 있다.
- [0036] 이 때, 유한 임펄스 필터는 신호들을 더하고 뺀 것의 총합을 의미할 수 있다.
- [0037] 전두엽의 뇌파신호(EEG) 신호에서 눈 깜빡임은 일반적으로 200~400ms 동안 영향을 주는데, 이를 검출하기 위하여, 100~200 범위 너비의 다중 윈도우를 사용하는 유한 임펄스 필터를 나타낼 수 있다.
- [0038] 따라서, 이전 값에서 다음 값을 차감하는 방법으로 특정 윈도우 구간 사이에서 미분의 합을 구할 수 있다. 여기서, 윈도우 구간 내에서 인접한 신호간 미분의 합을 구함으로써, 도 1에 도시한 바와 같이 그래프가 동일한 크기로 상승 및 하강하는 경우에는 그 합은 0(zero)이 될 수 있다. 또한, 그래프가 최고점을 나타낼 때 총합이 최고가 되며, 그래프가 최저점을 나타낼 때 총합이 최저가 되므로 원하는 신호는 증폭시키고, 원하지 않는 신호는 강제시킬 수 있다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템을 나타낸 도이다.
- [0040] 도 2를 참조하면, 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템은 복수의 단일 유한 임펄스 필터, 다중 유한 임펄스 필터, 그리고 규칙기반 의사결정 시스템을 포함할 수 있다.
- [0041] 단일 유한 임펄스 필터(110)는 원 신호에서 특정 윈도우 너비를 가지는 스파이크를 증폭하고, 다른 신호를 감쇄시키는 단일 윈도우를 사용하는 디지털 유한 임펄스 필터(SDW)이다.
- [0042] 복수의 단일 유한 임펄스 필터는 복수의 윈도우 너비에 대해 각각 연산하여 원 신호를 변형시킬 수 있다.
- [0043] 복수의 단일 유한 임펄스 필터는 원 신호를 변형시키는 연산을 하기 식으로 표현할 수 있다.

수학식 1

$$SDW(t) = \sum_{k=t-n+1}^t S(k) - S(k-1)$$

- [0044]
- [0045] 여기서, t는 특정 시간 인덱스를 나타내고, n은 윈도우 구간의 너비이다.
- [0046] 따라서, 특정 시간 인덱스 t에서 윈도우 구간의 너비가 n인 필터를 나타낼 수 있으며, 이것은 이전 값에서 다음 값을 차감하는 간단한 형태의 디지털 주파수 필터로 이해될 수 있다.
- [0047] 다중 유한 임펄스 필터(120)는 다중 윈도우를 사용하는 디지털 유한 임펄스 필터(MSDW)로, 복수의 단일 유한 임펄스 필터를 통해 나온 신호들을 하나로 통합할 수 있다.
- [0048] 그리고, 다중 유한 임펄스 필터는 임의의 시간에서의 복수의 단일 유한 임펄스 필터 중 최대값으로 정의할 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 눈 깜빡임 인공물의 너비가 동일하다고 가정한다면 단일 윈도우를 사용하는 단일 유한 임펄스 필터를 사용하여 인공물을 손쉽게 검출해 낼 수 있으나, 눈 깜빡임 인공물의 너비는 일정 범위 안에서 변동이 매우 심한 편이다.
- [0050] 따라서, 눈 깜빡임 범위 내의 모든 윈도우 구간에 대해 단일 윈도우를 사용하는 단일 유한 임펄스 필터를 구하고, 이를 규칙기반 의사결정 시스템(Rule-based system)을 사용하여 인공물(스파이크)의 범위를 한정하도록 할 수 있다.
- [0051] 규칙기반 의사결정 시스템(130)은 다중 유한 임펄스 필터를 통해 나온 신호로부터 스파이크의 구간을 결정할 수 있다. 따라서, 스파이크 구간을 결정하여 오염된 신호를 제외함으로써, 정확한 데이터 분석을 가능하게 할 수 있다.

- [0052] 이상에서 설명한 규칙기반 의사결정 시스템의 의사결정 순서는 다음과 같이 나타낼 수 있다.
- [0053] 먼저, $[m \ M]$ 범위의 윈도우 크기(W)에 대해 단일 윈도우를 사용하는 단일 유한 임펄스 필터(SDW)를 계산할 수 있다. $SDW_{|w|}$ 를 크기가 $|w|$ 인 윈도우에 대한 단일 윈도우를 사용하는 단일 유한 임펄스 필터(SDW)로 정의할 수 있다.
- [0054] 다음으로, $MSDW_t$ 를 임의의 시간 t 에서의 $SDW_{|w|}$ 중 최대값으로 정의할 수 있다. 단, 다음의 두 가지 조건을 만족하는 것이 바람직하다. 조건 1은 시간 t 와 $t - |w|$ 에서 원 신호의 일차 미분 값은 같은 부호를 가져야 하는 것이고, 조건 2는 범위 $[t - |w| \ t]$ 에서 원 신호의 값은 시간 t 와 $t - |w|$ 의 값 사이에 존재해야 하는 것이다.
- [0055] 마지막으로, 규칙기반 의사결정 시스템은 스파이크의 구간(R)을 하기 식으로 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$R = \left\{ \left[T(Max_{i-j}) - \left| W_{MSDW(T(Max_{i-j}))} \right| T(Min_i) \right] \mid Max_{i-j} - Min_i > \theta, Max_{i-j} > \theta \cdot \alpha, Min_i < -\theta \cdot \alpha \right\}$$

- [0057] 여기서, Max_i 와 Min_i 이 다중 윈도우를 사용하는 다중 유한 임펄스 필터(MSDW)의 i 번째 국소최소값(local minimum)과 국소최대값(local maximum)이고, $T(Max_i)$ 와 $T(Min_i)$ 는 각각 Max_i 와 Min_i 의 시간 인덱스이며, W는 윈도우 크기이고 MSDW는 상기 다중 유한 임펄스 필터에 의해 통합된 신호이며, θ 는 임의의 임계치(threshold)이고, α 가 상기 임계치의 편측 가중치일 수 있다.

- [0058] 상기 식은 스파이크의 추정된 끝점 ($T(min_i)$)과 추정된 피크(peak) ($T(max_{i-j})$)를 가지도록 함으로써 구간을 추정하는 방법이다. 따라서, 여기서 정의된 구간을 그대로 사용할 수도 있지만, 목적에 따라 구간을 타이트하게 또는 여유 있게 조절할 수 있다.

- [0059] 이를 통해, 다른 신호인 스파이크의 구간을 검출하여 데이터 분석에서 제외시킬 수 있다.

- [0060] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출 방법을 나타낸 순서도이다.

- [0061] 도 3을 참조하면, 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출할 수 있다.

- [0062] 단계(210)에서, 분석하고자 하는 시계열 데이터의 원 신호를 입력할 수 있다.

- [0063] 단계(220)에서, 입력된 원 신호를 복수의 단일 유한 임펄스 필터를 이용하여 각각 신호를 변형할 수 있다. 즉, 입력되는 원 신호는 특정 범위 내의 모든 윈도우의 구간에 대해 다수의 단일 윈도우를 사용하는 단일 유한 임펄스 필터를 통해 각각 신호가 변형될 수 있다.

- [0064] 그리고, 복수의 윈도우 너비에 대해 각각 복수의 단일 유한 임펄스 필터에서 연산하여 원 신호를 변형시켜 변형된 신호를 얻을 수 있다. 이 때, 복수의 단일 유한 임펄스 필터에서의 연산 방법은 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템에서 기재하였으므로, 반복된 설명은 생략하기로 한다.

- [0065] 단계(230)에서, 복수의 단일 유한 임펄스 필터에 의해 변형된 신호들을 다중 유한 임펄스 필터를 이용하여 하나의 신호로 통합할 수 있다. 그리고, 신호들을 다중 유한 임펄스 필터를 이용하여 하나로 통합하는 단계는 임의의 시간에서의 복수의 단일 유한 임펄스 필터 중 최대값으로 정의할 수 있다.

- [0066] 단계(240)에서, 규칙기반 의사결정 시스템을 이용하여 다중 유한 임펄스 필터를 거쳐 나온 신호부터 스파이크의 구간을 결정할 수 있다. 이 때, 스파이크 구간을 결정하는 연산 방법은 시계열 데이터에서 너비가 특정 범위내

인 스파이크의 구간을 자동 검출하는 시스템에서 기재하였으므로, 반복된 설명은 생략하기로 한다.

[0067] 따라서, 스파이크의 구간을 자동 검출하여, 오염된 신호를 데이터 분석에서 제외시켜 분석의 정확도를 높일 수 있다.

[0068] (실시예)

[0069] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터에서 검출된 눈 깜빡임 인공물을 나타낸 그래프이다.

[0070] 도 4를 참조하면, 24명으로부터 60초간 측정된 뇌파신호(EEG) 데이터로부터 검출된 눈 깜빡임 인공물을 표시할 수 있다. 여기서, 전체 데이터는 약 5분간 뇌파신호(EEG)를 측정하였으나, 편의상 일부분만을 표시하였다. 피험자에 따라 뇌파신호(EEG) 원 신호의 웨이브가 평평하지 않은 경우도 있고, 눈 깜빡임의 너비와 크기가 다르지만 대부분의 눈 깜빡임을 정상적으로 측정한 것을 볼 수 있다.

[0071] 표 1은 에폭 단위에서의 눈 깜빡임 인공물 검출 에러를 비교하여 나타낸 것이다.

표 1

	FPR	FNR according to Normalized Distance from Peak (%)										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Simple Thresholding	2.58	0.83	0.90	1.04	1.38	2.49	3.53	5.81	6.92	7.82	9.48	10.03
Proposed	3.07	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.97	1.38	1.80	2.15	3.25	3.46

[0072] 표 1을 참조하면, 에폭(epoch) 단위의 눈 깜빡임 인공물 검출을 위해 흔히 사용되는 방법(Simple thresholding)과 에폭 단위로 인공물 검출을 비교 테스트한 결과를 나타낼 수 있다. 여기서, 오검출률(FPR)은 제안된 알고리즘이 0.5% 가량 높게 나왔으나 큰 차이가 없으며, 인공물의 정점(top) 부분이 에폭에 포함되어 있지 않은 경우의 미검출률(FNR)은 제안된 알고리즘이 현저하게 낮은 수준으로, 전체 검출 시에는 3.46%를 보이고 있다.

[0073] 따라서, 제안된 본 발명을 따르면, 전체 검출 시에도 정확한 결과를 얻을 수 있다.

[0074] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 연속구간에서 인공물의 검출 정확도를 나타낸 그래프이다.

[0075] 도 5를 참조하면, 에폭 단위가 아닌 전체의 연속된 구간을 대상으로 테스트하여 템플릿 매칭을 사용하는 방법들과 비교한 결과를 나타낼 수 있다. 템플릿은 랜덤으로 5개가 선택될 수 있다.

[0076] 한편, 표 1에서 비교를 위해 사용된 방법은 에폭 단위에서만 적용 가능하므로 이 비교에 도식되지 않았다.

[0077] 제안된 방법(MSDW)이 (EER 시점에서) 94% 가량의 인식률을 보인 반면, 다른 알고리즘들은 동적 계획법(DTW)이 72%, 침도, 평균자승오차(MSE), 상관도(correlation)는 각각 11%, 49%, 34%의 낮은 정확도를 보인다.

[0078] 표 2는 최적의 템플릿을 사용한 경우의 검출 결과를 나타낸 것이다.

표 2

Subject ID	Correlation	RMSE	Kurtosis	DTW
1	86.96	61.32	22.86	94.97
2	84.25	90.67	39.46	97.60
3	49.19	60.83	15.98	77.42
4	69.02	84.38	15.77	93.65
5	49.28	73.69	18.45	83.50
6	26.67	84.44	13.33	90.00
7	80.72	92.80	30.95	94.64
8	88.19	92.86	48.00	98.01
9	62.96	98.77	31.34	98.77
10	71.83	71.33	17.94	93.57
11	40.00	86.67	20.71	91.55
12	61.32	91.74	13.24	93.28
13	57.48	41.88	15.10	79.21
14	60.83	78.89	30.19	91.43
15	63.89	76.07	15.01	94.36
16	80.63	94.18	34.05	96.84
17	60.87	54.01	22.79	84.28
18	40.30	86.38	24.00	97.37
19	65.01	72.08	18.37	89.81
20	17.59	76.67	17.69	93.33
21	79.20	91.67	22.13	92.51
22	63.11	41.63	25.10	91.88
23	65.55	90.23	23.08	100.00
24	40.99	97.53	20.71	99.17
Average	61.08	78.78	23.18	92.38

[0080]

[0081]

표 2를 참조하면, 20회의 반복을 통해 최적의 템플릿을 사용한 경우의 검출 결과를 나타낼 수 있다. 이 때, 검출률은 정확도(Precision)와 리콜(Recall)이 같은 시점의 정확도를 사용할 수 있다. 그 결과, 유한 임펄스 필터를 사용한 결과가 92.38%로 템플릿의 적절한 선정에 의해 성능이 향상될 수 있음이 보이지만, 여전히 제안된 본 방법에 비하여 낮은 수치를 보이는 것을 알 수 있다.

[0082]

따라서, 단일 채널의 시계열 데이터로부터 높은 정확도로 스파이크 구간을 검출할 수 있으며, 템플릿 선정과 같이 추가적인 전문가의 설정 없이도 높은 성능을 기대할 수 있다.

[0083]

그리고, 단일 패스의 간단한 구조로 인해 실시간 처리가 가능할 뿐만 아니라, 모바일 뇌파신호(EEG) 장치 등의 다양한 분야에 적용할 수 있다.

[0084]

시계열 데이터에서 스파이크의 검출은 다양한 분야에서 사용 가능하다.

[0085]

예를 들어, 두피에서 측정되는 뇌파신호(Electroencephalogram: EEG)에는 눈 깜빡임 또는 눈 움직임과 같은 생체신호가 유입되는데 이런 외부신호가 스파이크의 형태를 보이므로 특정 너비의 스파이크를 검출함으로써 오염된 신호를 데이터 분석에 사용하지 않을 수 있다.

[0086]

그리고, 간질환자는 뇌의 이상부위에서 불규칙한 스파이크 형태의 이상신호(이하 간질패턴)를 발생시키는 것으로 알려져 있는데, 이러한 이상신호를 검출하고 분석함으로써 병변을 발견할 수 있다.

[0087]

또한, 심전도(Electrocardiogram: ECG)에서 스파이크와 스파이크 사이의 거리를 나타내는 RR 인터벌(Interval) 등을 자동 분석하는 데 사용할 수 있다

[0088]

이에 따라, 본 발명에 따라 뇌파신호(EEG) 데이터 분석에 이용할 수 있다. 즉, 뇌파신호에 유입된 다른 생체신호(이하 인공물)를 제거하는 것은 대부분의 뇌파신호(EEG) 분석에 필요한 전처리 과정이며, 특히 배터리, 비용

등의 문제로 뇌파를 수집하는 채널 수가 적은 모바일 장비의 경우 단일 채널의 데이터로부터 인공물을 제거하는 알고리즘은 제품 구현에 있어 필요조건이다.

[0089] 그리고, 간질패턴은 숙련된 의사에 의해 육안으로 검출 가능하지만 데이터의 길이가 긴 경우 이를 육안으로 모두 체크하는 것은 여간 어려운 일이 아니다. 여기에 본 발명의 방법을 사용하여 자동화함으로써, 의사의 데이터 검사시간을 단축시킬 수 있다.

[0090] 또한, ECG의 RR 인터벌을 자동 계산함으로써, 대용량의 ECG 데이터 분석을 보다 간편하게 할 수 있다.

[0091] 그리고, 눈 깜빡임 신호를 이용하는 안구 키보드 및 마우스를 구현할 수 있는데, 카메라 대신 눈 주위에 붙인 전극을 사용하여 눈 깜빡임 신호를 인식하고, 이를 이용하여 키보드 및 마우스를 구현함으로써, 눈 깜빡임을 검출하여 사용자가 눈만으로 의사표현을 할 수 있도록 하는 것이 가능하다.

[0092] 그러므로, 뇌파신호(EEG), ECG, 피질전도(Electrocorticogram; ECoG) 등의 분석이 필요한 의료 분야에 적용이 가능하며, 신체마비 환자를 대상으로 하는 눈 깜빡임 신호를 이용한 안구 키보드 및 마우스 등의 분야에도 적용이 가능하다.

[0093] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0094] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0095] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0096] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태

로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

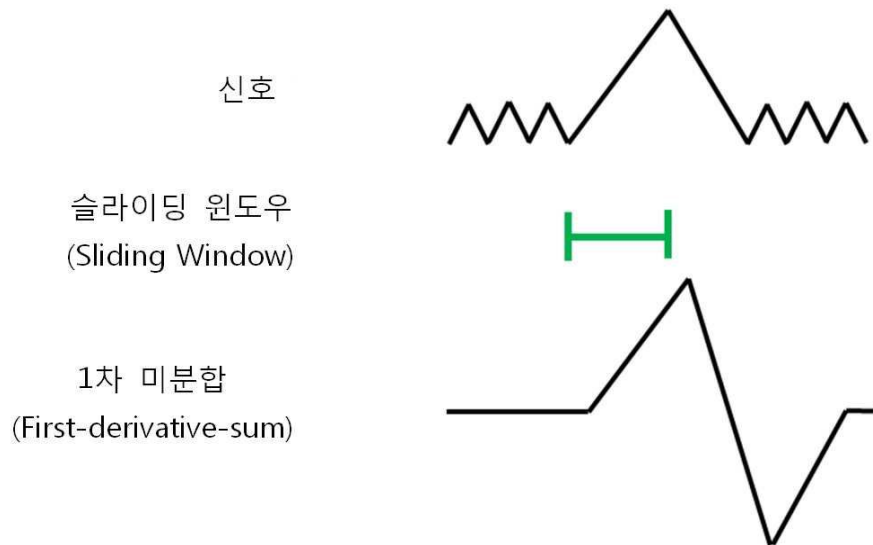
[0097]

그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

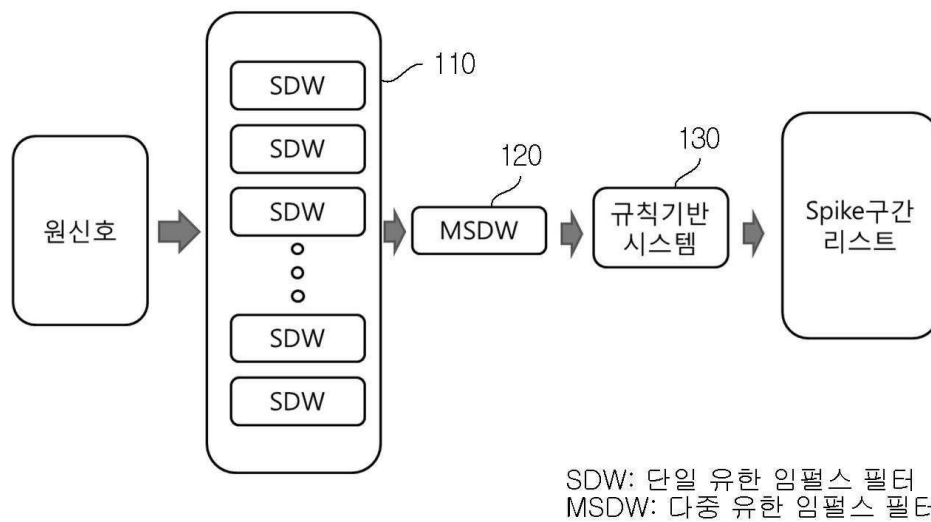
[0098]

도면

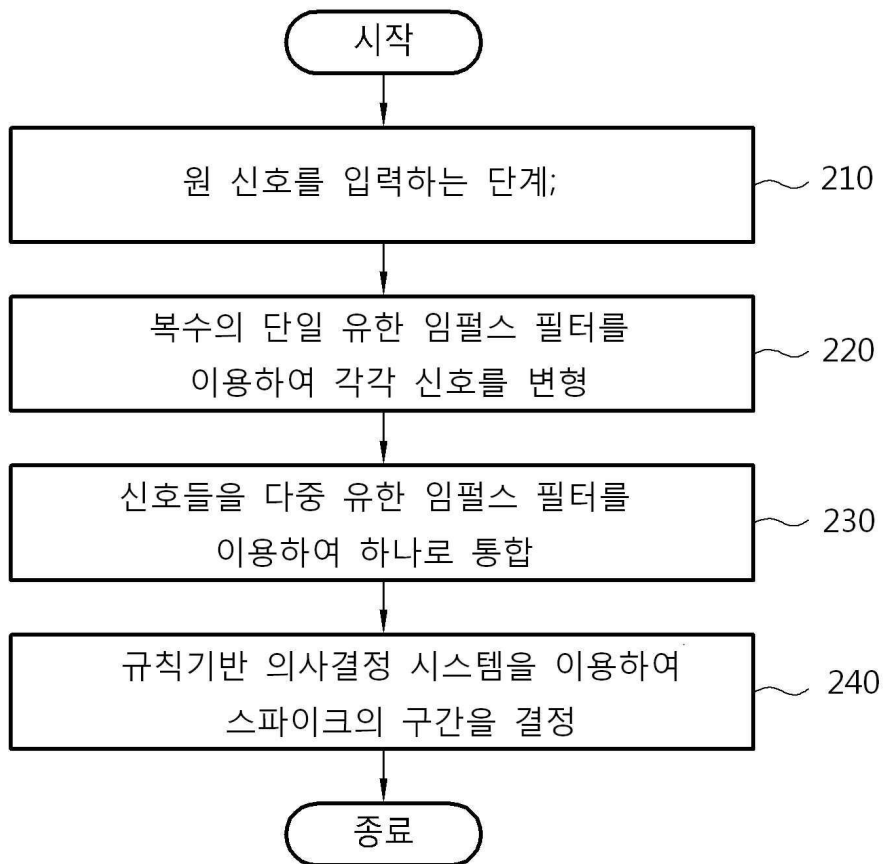
도면1



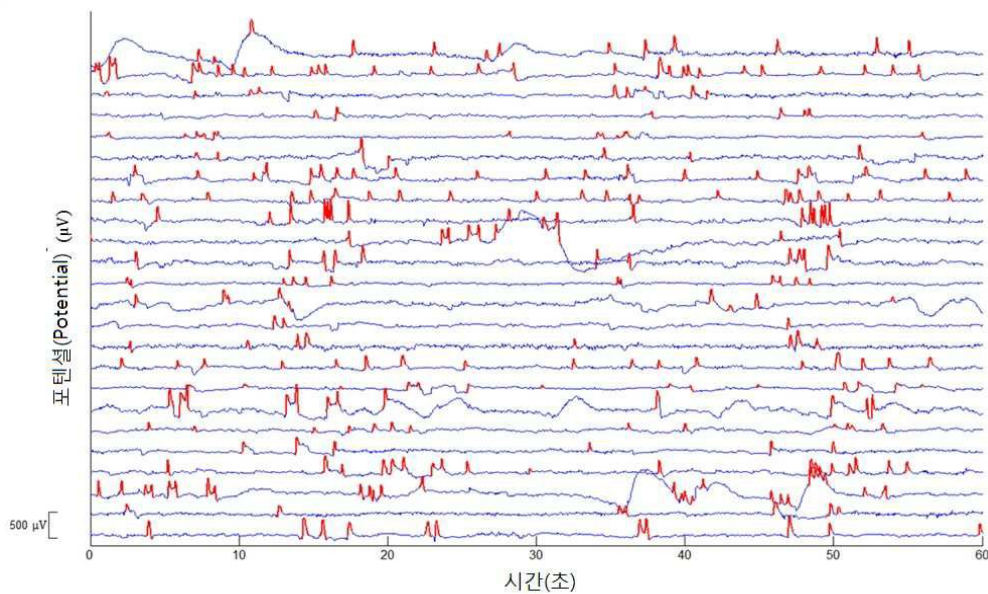
도면2



도면3



도면4



도면5

