



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0097953
(43) 공개일자 2010년09월06일

(51) Int. Cl.

A61B 5/0488 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0016857

(22) 출원일자 2009년02월27일

심사청구일자 2009년02월27일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

강재우

서울특별시 송파구 잠실동 레이크팰리스 106동 2101호

신한준

서울특별시 강남구 청담동 우성빌라 라동 301호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박준석

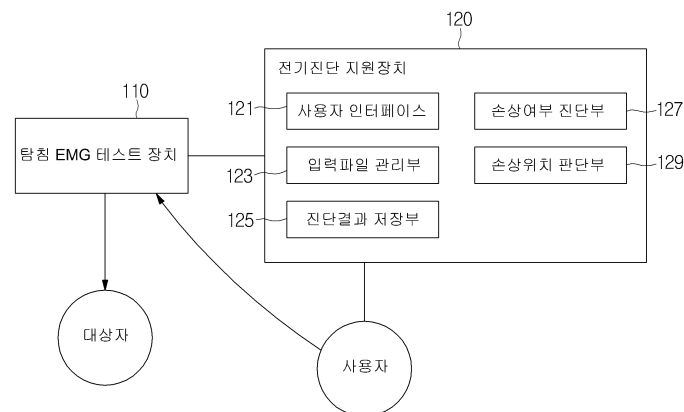
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 전기진단 지원 장치 및 그를 이용한 신경 손상 진단 방법

(57) 요약

본 발명의 전기진단 지원 장치는 인체의 신경 및 근육에 대한 구조가 저장된 입력 파일을 로딩하여 신경 및 근육의 구조를 표시하고, 대상자에 대한 탐침 EMG(Electromyography) 테스트 결과를 입력 받는 사용자 인터페이스와, 상기 입력된 탐침 EMG 테스트 결과를 기초로 상기 입력 파일의 내용을 갱신하여 행렬 형태로 저장하는 진단 결과 저장부와, 상기 진단 결과 저장부에 저장된 행렬 데이터로부터 조사 대상 근육과 관련된 신경의 손상 여부를 진단하는 손상 여부 진단부 및 상기 진단 결과, 손상된 것으로 진단되는 신경의 손상 위치를 판단하는 손상 위치 판단부를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

강윤규

서울특별시 송파구 잠실2동 리센츠아파트 259동
2002호

김기훈

서울특별시 성동구 금호동1가 1818 신금호 두산위
브 101동 201호

특허청구의 범위

청구항 1

인체의 신경 및 근육에 대한 구조가 저장된 입력 파일을 로딩하여 신경 및 근육의 구조를 표시하고, 대상자에 대한 탐침 EMG(Electromyography) 테스트 결과를 입력 받는 사용자 인터페이스와,

상기 입력된 탐침 EMG 테스트 결과를 기초로 상기 입력 파일의 내용을 갱신하여 행렬 형태로 저장하는 진단 결과 저장부와,

상기 진단 결과 저장부에 저장된 행렬 데이터로부터 조사 대상 근육과 관련된 신경의 손상 여부를 진단하는 손상 여부 진단부 및

상기 진단 결과, 손상된 것으로 진단되는 신경의 손상 위치를 판단하는 손상 위치 판단부를 포함하는 전기진단 지원 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 입력 파일을 상기 사용자 인터페이스에 로딩시키는 입력 파일 관리부를 더 포함하는 전기진단 지원 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 사용자 인터페이스는 상기 입력 파일에 의하여 설정된 근육 및 신경의 구조를 그래픽 형태로 표시하는 근육 신경 구조 표시부와,

상기 손상 위치에 대한 정보를 표시하는 소견 표시부와,

테스트 대상 근육이 정상인지 비정상인지를 선택하여 입력할 수 있도록 하는 탐침 EMG 테스트 결과 입력부를 포함하는 전기진단 지원 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

근육 신경 구조 표시부는 상기 손상 위치에 대한 정보에 따라 해당 손상 위치를 더욱 확대하여 표시하는 전기진단 지원 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 소견 표시부는 상기 손상 위치에 대한 정보를 표시하는 제 1 표시창과 제 2 표시창을 포함하되,

상기 제 1 표시창에 표시되는 손상 위치가 실제 손상 위치와 일치할 확률이 상기 제 2 표시창에 표시되는 손상 위치가 실제 손상 위치와 일치할 확률보다 더 큰 전기진단 지원 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 손상 여부 진단부는 정상인 근육과 연결된 신경의 경로에 대한 값을 각 경로 별로 합산한 정상 대표 벡터와,

비정상인 근육과 연결된 신경의 경로에 대한 값을 각 경로 별로 합산한 비정상 대표 벡터를 생성하고,

각 대표 벡터를 각 경로 별로 합산하여 그 값에 따라 신경의 손상 여부를 판단하는 전기진단 지원 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 손상 위치 판단부는 말초 신경에서 근위부의 근육(proximal muscle)이 정상이고, 원위부의 근육(distal muscle)이 비정상인 경우, 손상 부위가 상기 두 근육 사이에 있다고 판단하고,

상기 말초 신경에서 근위부의 근육(proximal muscle)이 비정상이고, 원위부의 근육(distal muscle)이 정상인 경우, 손상부위는 상완신경총(brachial plexus) 또는 척수 분절(spinal segment)에 있다고 판단하는 전기진단 지원 장치.

청구항 8

대상자에 대한 탐침 EMG(Electromyography) 테스트 결과에 따라 근육 및 신경에 대한 정보를 포함하는 입력 파일의 내용을 갱신하여 행렬 형태로 저장시키는 단계와,

상기 저장된 행렬에서 정상인 근육과 연결된 신경의 경로에 대한 값을 각 경로 별로 합산한 정상 대표 벡터와, 비정상인 근육과 연결된 신경의 경로에 대한 값을 각 경로 별로 합산한 비정상 대표 벡터를 생성시키는 단계 및

상기 정상 대표 벡터와 비정상 대표 벡터를 각 경로 별로 합산한 진단 벡터를 생성하고 그 값에 따라 신경의 손상 여부를 판단하는 단계

를 포함하는 신경 손상 진단 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 입력 파일의 내용을 갱신하여 행렬 형태로 저장시키는 단계는

상기 비정상인 근육과 관련된 신경의 각 경로에 대한 값을 각각 -1로 설정하는 단계와,

상기 정상인 근육과 관련된 신경의 각 경로에 대한 값은 초기값을 유지시키는 단계

를 포함하는 신경 손상 진단 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 진단 벡터를 생성하고 그 값에 따라 신경의 손상 여부를 판단하는 단계는

상기 진단 벡터의 컬럼 값이 음수인 경우 그에 해당하는 신경 경로가 손상된 것으로 판단하는 단계

를 포함하는 신경 손상 진단 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 판단 결과 신경의 손상이 발생한 것으로 판단된 경우, 손상이 발생한 위치를 판단하는 단계를 더 포함하는 신경 손상 진단 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 손상이 발생한 위치를 판단하는 단계는 상기 진단 벡터의 컬럼 값이 음수인 신경 부위가 말초 신경(peripheral nerve) 부위인 경우, 전체 탐침 횟수가 최대 탐침 횟수 이상이면, 손상 부위가 말초 신경 부위인 것으로 판단하는 단계

를 포함하는 신경 손상 진단 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 손상이 발생한 위치를 판단하는 단계는 상기 진단 벡터의 컬럼 값이 음수인 신경 부위가 루트(root) 부위인 경우, 손상 부위가 말초 신경 부위인 것으로 판단하는 단계

를 포함하는 신경 손상 진단 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 손상이 발생한 위치를 판단하는 단계는 말초 신경에서 근위부의 근육(proximal muscle)이 정상이고, 원위부의 근육(distal muscle)이 비정상인 경우, 손상 부위가 상기 두 근육 사이에 있다고 판단하는 단계

를 포함하는 신경 손상 진단 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 손상이 발생한 위치를 판단하는 단계는 말초 신경에서 근위부의 근육(proximal muscle)이 비정상이고, 원위부의 근육(distal muscle)이 정상인 경우, 손상부위는 상완신경총(brachial plexus) 또는 척수 분절(spinal segment)에 있다고 판단하는 단계

를 포함하는 신경 손상 진단 방법.

청구항 16

제 8 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 이용하여 신경 손상을 진단하는 어플리케이션 장치.

청구항 17

제 8 항 내지 제 15 항 중 어느 하나의 항에 기재된 단계를 수행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터가 읽기 가능한 기록 매체.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 임상 의사 결정 지원 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 신경 구조의 분석에 기반한 전기진단 지원 장치 및 그를 이용한 신경 손상 진단 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 임상 의사 결정 지원 시스템(CDSS, Clinical Decision Support System)에 관한 연구는 오랜 기간 동안 진행되어 왔다. 이 시스템의 목적은 의사들로 하여금 수 많은 증상들 중에서 올바른 진단을 내리도록 하고, 그에 대한 올바른 치료법을 제시할 수 있도록 하는 것이다. 이 시스템을 개발하는 방법은 일반적으로 지식기반으로 모델을 만들어 내는 방식을 따른다. 의학적 증상, 실험결과 등을 입력하여 각 도메인 별로 정보 시스템(information system)을 구축하는 것이다. 이러한 정보 시스템을 기반으로, 임상 의사 결정 지원 시스템은 사용자, 주로 의사의 입력에 대한 결과로써, 진단이나 치료법등을 제시한다.

[0003] 이러한 시스템에 관한 연구는 최초 MYCIN에서부터 QMR, Protege, 가장 최근에는 요배부 통증(lower back pain)진단을 위한 DSS, 녹내장(Glaucoma) 검출 시스템에 이르기까지 지속적으로 다양한 도메인에 걸쳐서 이루어졌다. 하지만 현재까지 신경 구조를 분석하여, EMG(Electromyography) 테스트에 적용한 시스템에 대해서는 활용도가 알려지지 않고 있다.

[0004] EMG 테스트는 주로 경추/요추 부 신경근 병증(cervical / lumbar radiculopathy), 신경총병증(plexopathy), 말초신경병증(peripheral neuropathy/ peripheral polyneuropathy) 과 같은 질병을 앓고 있는 환자들을 대상으로 이루어진다. EMG 테스트는 크게 탐침 EMG(needle EMG)와 신경 전도 검사(NCS, Nerve Conduction Study)로 나눌 수 있다. 신경 전도 검사는 운동신경과 감각신경에 자극을 주어 유발된 활동전위의 전도속도, 전위차를 이용하여 신경의 이상여부를 판단하는 방법으로 주로 말초 신경의 손상을 진단하는 데 유용한 방법이다. 탐침 EMG는 근육에 삽입한 침을 통하여 근육의 이상 자발 전위와 수축 시의 활동 전위를 관찰하여 근육의 이상여부를 판단하는 방법으로 신경손상의 정도와 부위를 진단하고 향후 신경 회복을 예측하는 데 유용한 방법이다. 이 두 테스트는 실제 각각 다른 환자를 대상으로 측정하는 것이 아니라, 재활의학과를 방문하는 모든 환자들의 근육, 신경의 이상여부와 그 위치를 판단하기 위해 두 방법이 모두 사용된다. 의사는 두 결과를 종합적으로 분석하여 이상여부를 판단하게 된다.

[0005] 간단해 보이지만 이 두 테스트는 환자에게는 매우 고통스러운 테스트 과정을 거치게 되는데, 특히 탐침 EMG 검사는 신경 전도 검사에 비해 훨씬 심한 고통이 있다고 호소한다. 탐침 EMG 검사는 바늘을 이용하여 피부를 뚫고, 근육 내로 침입하여 근육의 활동 전위를 감지하는 과정을 거치게 된다. 피부를 바늘이 통과하는 것 이외에도 근육막을 날카로운 바늘이 통과함으로써 환자는 더 큰 고통을 느끼게 된다. 하지만, 더욱 환자를 고통스럽게 만드는 것은 이와 같은 테스트가 비단 한 두 번만 이루어지지 않는다는 것이다. 의사들이 정확한 진단을 내리기 위해서는 기본적으로 5~6번 정도의 검침은 필수적으로 이루어져야 하며, 뿐만 아니라 복잡한 신경구조로 인해 검침 횟수는 실제로 훨씬 더 많이 늘어나게 된다. 또한, 인간 내부의 복잡한 신경구조는 검침횟수를 늘려 환자를 고통스럽게 만드는 것뿐 만 아니라, 수련의, 전공의와 같이 비교적 근전도 검사에 초보적 단계인 의사들로 하여금 오진의 가능성을 크게 만든다. 잘못된 진단은 추가검침으로 인한 환자의 고통을 가중시킬 뿐 아니라, 추후 환자의 치료방법 결정에 있어서 큰 문제를 일으킬 수 있기 때문에 이와 같은 문제를 해결하는 것은 매우 중요한 일이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명의 일부 실시예는 탐침 EMG 테스트에서 탐침 횟수를 최소화할 수 있는 전기진단 지원 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한, 상기의 전기진단 지원 장치를 이용하여 최적의 신경 손상 부위를 찾아 사용자에게 알려주는 신경 손상 진

단 방법을 제공하는 것으로 목적으로 한다.

과제 해결수단

- [0008] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면에 의한 전기진단 지원 장치는 인체의 신경 및 근육에 대한 구조가 저장된 입력 파일을 로딩하여 신경 및 근육의 구조를 표시하고, 대상자에 대한 탐침 EMG(Electromyography) 테스트 결과를 입력 받는 사용자 인터페이스와, 상기 입력된 탐침 EMG 테스트 결과를 기초로 상기 입력 파일의 내용을 갱신하여 행렬 형태로 저장하는 진단 결과 저장부와, 상기 진단 결과 저장부에 저장된 행렬 데이터로부터 조사 대상 근육과 관련된 신경의 손상 여부를 진단하는 손상 여부 진단부 및 상기 진단 결과, 손상된 것으로 진단되는 신경의 손상 위치를 판단하는 손상 위치 판단부를 포함한다.
- [0009] 또한, 본 발명의 제 2 측면에 의한 신경 손상 진단 방법은 대상자에 대한 탐침 EMG(Electromyography) 테스트 결과에 따라 근육 및 신경에 대한 정보를 포함하는 입력 파일의 내용을 갱신하여 행렬 형태로 저장시키는 단계와, 상기 저장된 행렬에서 정상인 근육과 연결된 신경의 경로에 대한 값을 각 경로 별로 합산한 정상 대표 벡터와, 비정상인 근육과 연결된 신경의 경로에 대한 값을 각 경로 별로 합산한 비정상 대표 벡터를 생성시키는 단계 및 상기 정상 대표 벡터와 비정상 대표 벡터를 각 경로 별로 합산한 진단 벡터를 생성하고 그 값에 따라 신경의 손상 여부를 판단하는 단계를 포함한다.
- [0010] 또한, 본 발명의 제 3 측면에 따른 어플리케이션 장치는 본 발명에 따른 신경 손상 진단 방법을 이용하여 신경 손상을 진단한다.
- [0011] 또한, 본 발명의 제 4 측면에 따른 컴퓨터가 읽기 가능한 기록 매체는 본 발명에 따른 신경 손상 진단 방법의 각 단계를 수행한다.

효과

- [0012] 진술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 탐침 EMG 테스트 결과를 기초로 하여 신경손상여부 진단 및 신경손상부위 진단을 수행할 수 있다. 또한, 신경구조의 변화에 대하여 유연한 진단이 가능해졌을 뿐 아니라, 신경손상 부위에 대한 빠른 진단이 가능해졌다. 특히, 탐침 EMG 테스트에 있어서 탐침 횟수를 최소화시킬 수 있는 효율적인 가이드라인을 제공할 수 있다. 최소검침이 가능해짐에 따라 실제 탐침 EMG 테스트를 받아야 하는 환자들의 경우 검침으로 인한 고통을 경감시킬 수 있는 효과도 가져올 수 있다.
- [0013] 그리고, 이 시스템은 의대생 교육용이나 수련의나 전공의의 오진을 줄이는데도 폭넓게 사용될 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0014] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0015] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 상지 신경손상 부위의 진단을 위한 전기진단 지원 장치를 사용하는 개념을 도시한 도면이다.
- [0017] 먼저, 탐침 EMG 테스트 장치(110)는 사용자가 진단 대상자의 근육에 탐침을 삽입하여 근육, 신경의 이상 여부 및 위치를 판단하기 위한 도구이다. 이때, 사용자는 주로 의사이며, 대상자는 주로 환자이다. 탐침 EMG 테스트 장치(110)를 통해 환자의 손상 근육을 진단하고, 그 진단 결과가 사용자에게 의하여 전기진단 지원 장치(120)에 전달 된다. 사용자가 탐침 EMG 테스트 장치(110)를 통해 테스트 결과를 확인하고, 근전도 전기진단 지원 시

시스템(120)의 사용자 인터페이스(122)를 통해 해당 결과를 입력할 수 있다. 또는, 탐침 EMG 테스트 장치(110)와 전기진단 지원 장치(120)가 접속되어, 관련 정보가 직접 전달되도록 할 수 있다.

- [0018] 전기진단 지원 장치(ESS, Electrodagnosis Support System, 120)는 사용자 인터페이스(121), 입력 파일 관리부(123), 진단 결과 저장부(125), 손상 여부 진단부(127), 손상위치 판단부(129)를 포함한다.
- [0019] 참고로, 본 발명의 실시예에 따른 도 1에 도시된 구성 요소들은 소프트웨어 또는 FPGA(Field Programmable Gate Array) 또는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)와 같은 하드웨어 구성 요소를 의미하며, 소정의 역할들을 수행한다.
- [0020] 그렇지만 '구성 요소들'은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니며, 각 구성 요소는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다.
- [0021] 따라서, 일 예로서 구성 요소는 소프트웨어 구성 요소들, 객체지향 소프트웨어 구성 요소들, 클래스 구성 요소들 및 태스크 구성 요소들과 같은 구성 요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.
- [0022] 구성 요소들과 해당 구성 요소들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성 요소들로 결합되거나 추가적인 구성 요소들로 더 분리될 수 있다.
- [0023] 사용자 인터페이스(121)는 사용자가 입력한 탐침 EMG 테스트 결과에 기초하여 분석된 가장 가능성이 높은 병명 또는 손상 위치를 표시한다. 또한 탐침 EMG 테스트 결과를 진단 결과 저장부(125)로 전달하여 자료 구조 형태로 저장시킨다. 또한 사용자에게 의하여 입력된 입력 파일을 실행하여, 신경 및 근육의 구조를 도시하여 표시한다. 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0024] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기진단 지원 장치에 포함된 사용자 인터페이스를 도시한 도면이다.
- [0025] 사용자 인터페이스(121)는 근육 신경 구조 표시부(210), 탐침 EMG 테스트 결과 입력부(220), 인터페이스 제어부(230), 소견 표시부(240)를 포함한다.
- [0026] 근육 신경 구조 표시부(210)는 입력 파일에 의하여 설정된 근육 신경 구조를 2차원 그래프 형태의 도면으로 표시하여, 각각의 근육 신경을 직관적으로 볼 수 있도록 한다. 사용자는 표시된 특정 근육 또는 신경을 선택하여 탐침 EMG 테스트 결과를 입력할 수 있다. 즉, 탐침 EMG 테스트 장치(110)를 이용한 테스트 결과 해당 근육 또는 신경에 이상이 없는 경우, 근육 신경 구조 표시부(210)에 표시된 테스트 대상 근육 또는 대상을 선택하고 탐침 EMG 테스트 결과 입력부(220)를 통해 정상이라는 정보를 입력할 수 있다.
- [0027] 한편, 손상위치 판단부(129)에서 손상 위치에 대한 정보를 전달받은 경우 해당 부위를 확대하여 표시한다. 그 결과 탐침 EMG 테스트를 손상 부위에 집중시켜 수행할 수 있도록 하고, 그 결과를 편리하게 입력할 수 있도록 한다.
- [0028] 탐침 EMG 테스트 결과 입력부(220)는 앞서 설명한 바와 같이, 테스트 대상 근육 또는 신경이 정상인지 비정상인지를 선택하여 입력할 수 있도록 한다. 정상 또는 비정상인지 여부에 대한 입력 내용은 진단 결과 저장부(125)에 전달되어 저장된다.
- [0029] 인터페이스 제어부(230)는 입력 파일을 로딩시키는 제어신호, 병명 진단을 수행하게 하는 제어신호, 입력 파일을 삭제시키는 제어신호, 표시된 내용을 초기화시키는 제어신호를 생성시켜, 각각 입력 파일 관리부(123), 손상 여부 진단부(127), 근육 신경 구조 표시부(210), 탐침 EMG 테스트 결과 입력부(220), 소견 표시부(240)등에 전달한다.
- [0030] 소견 표시부(240)는 손상 위치 판단부(129)를 통해 전달받은 병명 또는 손상 위치에 대한 정보를 표시한다. 바람직하게는, 실제 손상 위치와 일치할 확률이 높은 병명 또는 손상 위치를 제 1 표시창(242, impression)에 표시하고, 그 밖에 확률이 상대적으로 낮은 병명 또는 손상 위치를 제 2 표시창(244, other possibilities)에 표시하여, 사용자가 오진할 가능성을 최소화 시킨다.
- [0031] 다시 도 1을 참조하면, 입력 파일 관리부(123)는 사용자가 입력한 입력 파일을 제어신호에 따라 사용자 인터페이스(120)에 로딩시킨다. 또한 사용자의 선택에 따라 전기진단 지원 장치(120)에 저장된 여러 입력 파일들 중 어느 하나가 로딩되도록 한다. 또한, 입력 파일에 대한 편집 기능을 제공한다.

- [0032] 입력 파일은 각각의 신경 구조나 근육 구조에 대한 데이터가 저장된 파일이다. 마크업 랭귀지 형태로 이루어져, 컴퓨터 지식이 수준이 비교적 낮은 사용자들도 용이하게 편집할 수 있다. 사람들의 신경망 구조는 대체적으로 일치하지만, 사람에 따라 다를 수 있으므로, 환자 별로 상이한 입력 파일을 사용하는 것이 더 효과적일 수 있다. 또한, 의학적 이론에 따라서 신경망 구조를 구분하는 체계도 달라져서 그에 따라 입력 파일에 저장되는 내용이 달라질 수 있다.
- [0033] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기진단 지원 장치에 사용되는 입력 파일의 예를 도시한 도면이다.
- [0034] 도시된 바와 같이 마크업 랭귀지 형태로 이루어져 있다. 각 근육의 명칭, 약어, 말초 신경(peripheral nerve)의 명칭, 코드(cord), 트렁크(trunk) 등의 정보가 기재되어 있으며, 사용자 선택에 따라 각각 입력 할 수 있다.
- [0035] 실제 신경구조가 임상학적으로 가느다란 전선문치와 같은 구조로 되어있다는 점을 감안하여 그 형태를 반영하였고, 그에 따라 신경구조를 알아보기 쉽다.
- [0036] 도 4는 본 발명에 적용되는 일반인들의 상완 신경 구조를 도시한 도면이다.
- [0037] 도시된 바와 같이 루트(root)에서 손(hand)에 이르기까지 여러 분기점이 있는 것을 알 수 있다. 즉, 각 신경 별로 트렁크(trunk), 분지(division), 코드(cord), 말초신경(peripheral nerve) 등과 같은 경로를 지나가게 된다. 또한, 말초 신경은 상지의 겨드랑이(axilla), 상완(arm), 전완(forearm), 손(hand) 등의 세분화된 부위에서 각 근육으로 신경 분지를 한다. 이와 같이 실제 근육 및 신경 구조를 여러 관점에 따라 나타낸 것이 입력 파일이다.
- [0038] 도 3에 도시된 입력 파일의 경우 현재 임상학적으로 가장 보편적으로 사용되는 이론들([1].Kendall FP, et al.(2005) Muscles: Testing and Function with Posture and Pain. Baltimore, Williams & Wilkins, 27-30, [2].Dumitru D, Anthony AA, Machiel Z.(2002) Electrodiagnostic Medicine; 2nd edition. Hanley & Belfus, 713-776, [3].Webb H, Barnes W. (1953) Peripheral Nerve Injuries: Principles of Diagnosis. Philadelphia, W. B. Saunders, 209-272, [4]. Michael R, Joseph ES(2007) Netter's Concise Neuroanatomy. Philadelphia, Saunders, 310-311)을 토대로 만들어진 것이다.
- [0039] 입력 파일 관리부(123)는 사용자로 하여금, 기존에 제작된 입력 파일을 기초로 하여 자신의 의학적 견해와 환자의 특성에 따라 입력 파일을 수정할 수 있도록 한다. 그에 따라, 각 개인에 좀 더 특화된 의료서비스를 제공할 수 있다.
- [0040] 다시 도 1을 참조하면, 진단 결과 저장부(125)는 탐침 EMG 테스트에 따른 진단 결과를 행렬 형태의 자료 구조로 저장한다.
- [0041] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 결과 저장부에 저장되는 자료 구조의 형태를 도시한 도면이다.
- [0042] 앞서 설명한 입력 파일은 0과 1로 이루어진 희소 행렬(sparse matrix)형태로 형성될 수 있다. 각 로우(row)에 기재된 항목들은 운동신경을 나타내며, 각 컬럼(column)은 운동 신경이 지나오는 경로(peripheral nerve ~ root)를 나타낸다. 또한, 로우에 기재된 항목들은 임상적으로 운동신경의 선후관계를 나타내며, 컬럼은 말초 신경(peripheral nerve)에서부터 루트(root)까지의 이동경로의 순서를 반영한다. 예를 들어, 장흉신경(long thoracic nerve)의 지배를 받는 전거근(Serratus Anterior)의 경우, 상완 이두근(Biceps Brachii)보다 더 낮은 로우 번호를 갖게 된다. 이는 전거근이 상완 이두근 보다 상대적으로 루트에 근접해 있음을 나타내며, 실제 임상학적으로도 그러하다. 또한, 광배근(Latissimus dorsi)은 C6, C7, C8 루트에서부터 발생하여, C6 라인은 상부 트렁크(upper trunk), C7 라인은 중앙 트렁크(middle trunk), C8 라인은 하부 트렁크(lower trunk)를 지나 포스테리어 코드(posterior cord)에서 합쳐진다. 그 후, 흉배 신경(Thoracodorsal nerve)을 구성하여 광배근(Latissimus dorsi)을 지배하게 된다. 이 근육의 경로를 지나는 모든 위치의 값은 모두 1로 세팅이 되고 나머지는 0으로 체크된다. 이와 같은 방법에 따라, 전체 행렬은 하나의 거대한 희소 행렬형태를 구성하게 된다.
- [0043] 다시 도 1을 참조하면, 손상 여부 진단부(127)는 진단 결과 저장부(123)에 저장된 탐침 EMG 테스트 결과를 기초로 하여 손상의 발생 여부를 분석하고, 이를 손상위치 판단부(129)에 전달한다.
- [0044] 손상 여부에 대한 분석과정은 탐침 EMG 테스트 결과가 사용자 인터페이스(121)를 통해 새롭게 입력될 때 마다, 수행될 수 있다.
- [0045] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기진단 지원 장치에서 손상 여부를 진단하는 방법을 기재한 상세 알고리즘이다.

- [0046] 손상 여부 진단은 크게 상위 부위인 신경근병증(radiculopathy), 중간 부위인 상완신경총병증(brachial plexopathy), 하위 부위인 말초신경병증(peripheral neuropathy)으로 나누어 진단하게 된다. 즉, 상기 병증 중 어디에 속하는지를 진단하는 것이다.
- [0047] 입력된 탐침 EMG 테스트 결과는 희소 행렬(Sparse Matrix)을 이용하여 손상 여부를 진단하도록 구성된다. 우선 테스트가 수행된 근육을 나타내는 로우(row)를 추출하여 비정상 소견일 경우 근육이 지나온 경로를 나타내는 컬럼(1로 표시된 부분)을 -1로 바꾼다. 정상일 경우, 원래의 경로를 나타낸 값(1)을 그대로 유지한다. 다음으로, 모든 정상소견 벡터(X)와 비정상소견 벡터(Y)를 각각 컬럼 별로 더하여, 정상 대표 벡터(N)와 비정상 대표 벡터(M)로 구분한다.
- [0048] 만약 정상 대표 벡터(N)의 값이 0 보다 크면, 진단 벡터(D)에는 1을 입력한다. 즉, 정상 대표 벡터(N)가 0 보다 크면, 비정상 대표 벡터(M)의 상태와 무관하게 조사 대상 부위가 정상임을 나타낸다. 이상 근육을 지배하는 신경이 지나가는 경로(손상경로)가 손상부위의 후보가 되는데, 이 중에서 정상 근육을 지배하는 신경 경로와 겹친다면 겹치는 부위는 정상 부위인 것으로 판단하는 것이다.
- [0049] 만약 정상 대표 벡터(N)의 값이 0 이고, 비정상 대표 벡터(M)의 값이 음수인 경우에는 진단 벡터(D)에는 -1을 입력한다.
- [0050] 이와 같이, 탐침의 대상이 되었던 근육 또는 신경에 대하여 정상 여부에 대한 결과를 입력하면, 그에 따라 손상 여부를 표시하게 된다.
- [0051] 다시 도 1을 참조하면, 손상위치 판단부(129)는 진단 결과 저장부(123)에 저장된 탐침 EMG 테스트 결과를 기초로 하여 손상 위치를 분석하고, 이를 근육 신경 구조 표시부(210)에 전달한다. 손상 위치를 진단하는 원리를 설명하면 다음과 같다.
- [0052] 경수 신경(Cervical spinal nerve)으로부터 상지(upper limb)로 내려오는 복잡한 신경 구조 중에서 어느 특정한 부위에 손상(injury)이 발생하면 손상부위를 지나는 신경에 의해 지배 받는 근육은 이상 소견을 나타낸다. 임상적으로는 근전도 검사를 통해 근육의 전기생리학적 이상 소견을 감지하고 정상인 근육과 비정상인 근육을 나누어 손상된 신경 부위를 역으로 추적하여 손상부위를 결정한다.
- [0053] 상지의 각 근육으로 내려오는 신경은 각 척수 분절(spinal segment)로부터 시작하여 합쳐지고 나뉘어져 상완신경총(brachial plexus), 말초 신경(peripheral nerve)을 이룬다. 하나의 근육을 지배하는 운동신경(motor nerve)은 고유의 경로를 가지고 있어서 손상부위를 추적해가는 기본이 된다.
- [0054] 이론적으로는 상완신경총(brachial plexus) 어느 부위에서나 손상이 발생할 수 있으나 임상적으로 발생할 수 있는 해부학적 부위를 루트(root 또는 segment), 트렁크(trunk), 코드(cord)로 나누어 손상부위를 결정할 수 있도록 한다. 이상 근육을 지배하는 신경이 지나가는 경로(손상경로)가 손상부위의 후보가 되며 이 중에서 정상 근육을 지배하는 신경 경로와 겹친다면 겹치는 부위는 손상부위에서 제외된다. 손상 경로가 가장 많이 겹치는 부위가 가장 가능성이 높은 신경손상 부위가 되며, 손상경로의 겹치는 수가 같다면 중심에 가까운 부위가 손상 부위일 가능성이 높다.
- [0055] 같은 말초 신경의 지배를 받는 두 개 이상의 근육에서 이상소견을 보일 때 말초 신경병증(peripheral neuropathy)을 의심할 수 있으며, 대부분의 경우에 다른 말초 신경(peripheral nerve)으로부터의 근육은 정상이다. 기본적으로 근위부의 근육(proximal muscle)이 정상이고, 원위부의 근육(distal muscle)이 비정상일 경우에 신경 손상이 두 근육 사이에 있다고 볼 수 있다. 반대로 같은 말초 신경에서 근위부의 근육(proximal muscle)이 비정상인데 원위부의 근육(distal muscle)이 정상이라면 신경의 손상부위는 상완신경총(brachial plexus)이나 척수 분절(spinal segment) 부위에서 찾을 수 있다.
- [0056] 이러한 원리에 따라 손상 위치를 진단하는 알고리즘을 구성하였다.
- [0057] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기진단 지원 장치에서 손상 위치를 진단하는 방법에 대한 알고리즘 중 일부를 도시한 도면이다.
- [0058] 먼저, 입력되는 값은 앞서 도 6의 알고리즘을 통해 산출한 정상 대표 벡터(N), 비정상 대표 벡터(M) 및 진단 벡터(D)이다.
- [0059] 진단 벡터(D)가 -1 인 경우, 즉 음수에 해당하여 손상이 발생한 것으로 진단된 경우 중, 전체 탐침 횟수(p)가 1 이상인 경로에 대해서만 판단을 한다.

- [0060] 진단 벡터(D)가 음수가 된 컬럼이 말초 신경 부위인 경우, 전체 탐침 횟수가 최대 탐침 횟수($\max(N + \text{abs}(M))$) 이상이면, 해당 말초 신경 부위를 가능성이 높은 주요 손상 부위인 것으로 보고, 제 1 표시창(242)에 표시한다. 그러나 그렇지 않은 경우에는 가능성이 낮은 손상 부위인 것으로 보고, 제 2 표시창(244)에 표시한다. 탐침 횟수가 많았다는 것은 그 만큼 사용자가 집중적으로 검사를 진행했다는 의미 이므로, 그러한 상황을 고려하여 손상 부위를 결정하는 것이다.
- [0061] 진단 벡터(D)가 음수가 된 컬럼이 루트 부위인 경우, 기본적으로 해당 부위를 가능성이 높은 주요 손상 부위인 것으로 보고, 제 1 표시창(242)에 표시한다. 즉, 최대 탐침 횟수($\max(N + \text{abs}(M))$)에 관계 없이 판단을 한다.
- [0062] 이제 도면을 참조하여 본 발명의 신경 손상 진단 방법의 전체 구성에 대해 살펴보기로 한다.
- [0063] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 신경 손상 진단 방법을 도시한 순서도이다.
- [0064] 먼저, 대상자, 주로 환자들에 대한 탐침 EMG 테스트를 수행한다(단계 810).
- [0065] 다음으로, 상기 테스트 결과를 전기진단 지원 장치의 사용자 인터페이스를 통해 입력하여, 입력 파일을 갱신한(단계 820).
- [0066] 입력 파일의 갱신에 대한 내용, 갱신에 따라 진단 결과 저장부(125)의 자료 구조 형태의 행렬 값이 변경되는 과정에 대한 내용은 앞서 설명한 바와 같다.
- [0067] 다음으로, 진단 결과 저장부(125)에 저장된 데이터로부터, 정상 대표 벡터와 비정상 대표 벡터를 생성한다(단계 830).
- [0068] 이때, 정상 대표 벡터는 정상인 근육과 연결된 신경의 경로에 대한 값을 각 경로 별로 합산한 것이고, 비정상 대표 벡터는 비정상인 근육과 연결된 신경의 경로에 대한 값을 각 경로 별로 합산한 것이다.
- [0069] 다음으로, 정상 대표 벡터와 비정상 대표 벡터를 경로 별로 합산한 진단 벡터를 생성하고, 그로부터 신경의 손상 여부를 판단한다(단계 840).
- [0070] 진단 벡터의 각 컬럼 값이 음수인지 양수인지 여부에 따라 손상 여부가 판단된다. 각 컬럼은 신경 경로와 대응되므로, 손상된 경로의 명칭, 즉 병명을 사용자에게 표시할 수 있다.
- [0071] 다음으로, 진단 벡터의 컬럼 값을 분석하여 손상이 발생한 위치를 판단한다(단계 850).
- [0072] 각 컬럼 값에 따라 신경 경로가 손상된 위치를 판단할 수 있는데, 예를 들어 같은 말초 신경의 지배를 받는 두 개 이상의 근육에서 이상소견을 보일 때 말초 신경병증(peripheral neuropathy)을 의심할 수 있으며, 대부분의 경우에 다른 말초 신경(peripheral nerve)으로부터의 근육은 정상이다. 기본적으로 근위부의 근육(proximal muscle)이 정상이고, 원위부의 근육(distal muscle)이 비정상일 경우에 신경 손상이 두 근육 사이에 있다고 볼 수 있다. 반대로 같은 말초 신경에서 근위부의 근육(proximal muscle)이 비정상인데 원위부의 근육(distal muscle)이 정상이라면 신경의 손상부위는 상완신경총(brachial plexus)이나 척수 분절(spinal segment) 부위에서 찾을 수 있다.
- [0073] 이와 같이, 탐침을 수행하여 사용자가 입력한 결과를 행렬 값으로 정리하고, 그를 기초로 하여 탐침을 수행한 부위의 손상 여부 및 손상위치를 확인할 수 있다.
- [0074] 이와 같은 구성에 따라, 신경손상 부위에 대한 빠른 진단이 가능해졌다. 또한, 신경구조의 변화에 대하여 유연한 진단이 가능해졌을 뿐 아니라, 탐침 EMG 테스트에 있어서 탐침 횟수를 최소화시킬 수 있는 효율적인 가이드 라인을 제공할 수 있다.
- [0075] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.
- [0076] 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는

전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.

전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 상지 신경손상 부위의 진단을 위한 전기진단 지원 장치를 사용하는 개념을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기진단 지원 장치에 포함된 사용자 인터페이스를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기진단 지원 장치에 사용되는 입력 파일의 예를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명에 적용되는 일반인들의 상완 신경 구조를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 결과 저장부에 저장되는 자료 구조의 형태를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기진단 지원 장치에서 손상 여부를 진단하는 방법을 기재한 상세 알고리즘이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기진단 지원 장치에서 손상 위치를 진단하는 방법에 대한 알고리즘 중 일부를 도시한 도면이다.

<도면의 주요 부분에 대한 설명>

110: 탐침 EMG 테스트 장치 120: 전기진단 지원 장치

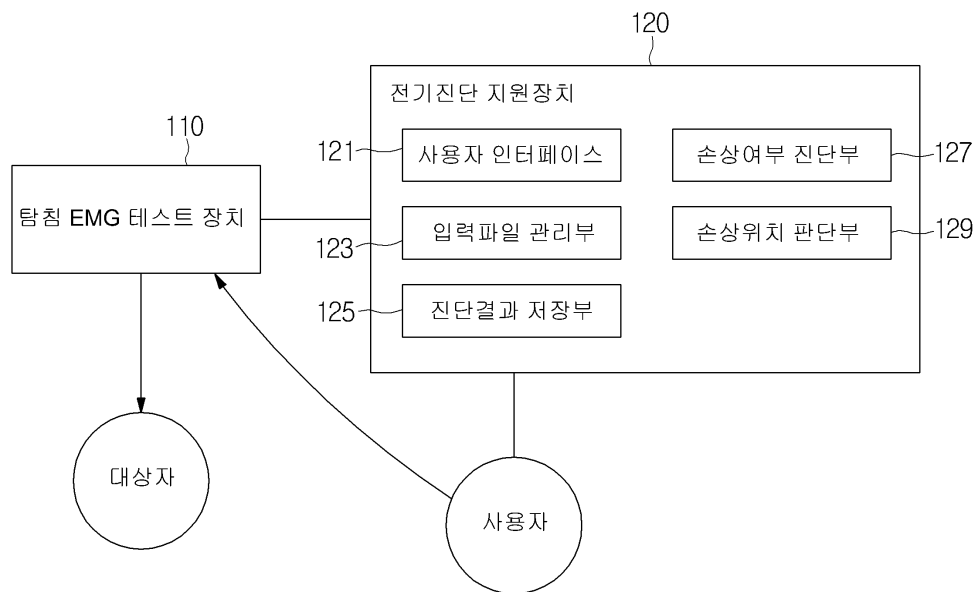
121: 사용자 인터페이스 123: 입력파일 관리부

125: 진단결과 저장부 127: 손상여부 진단부

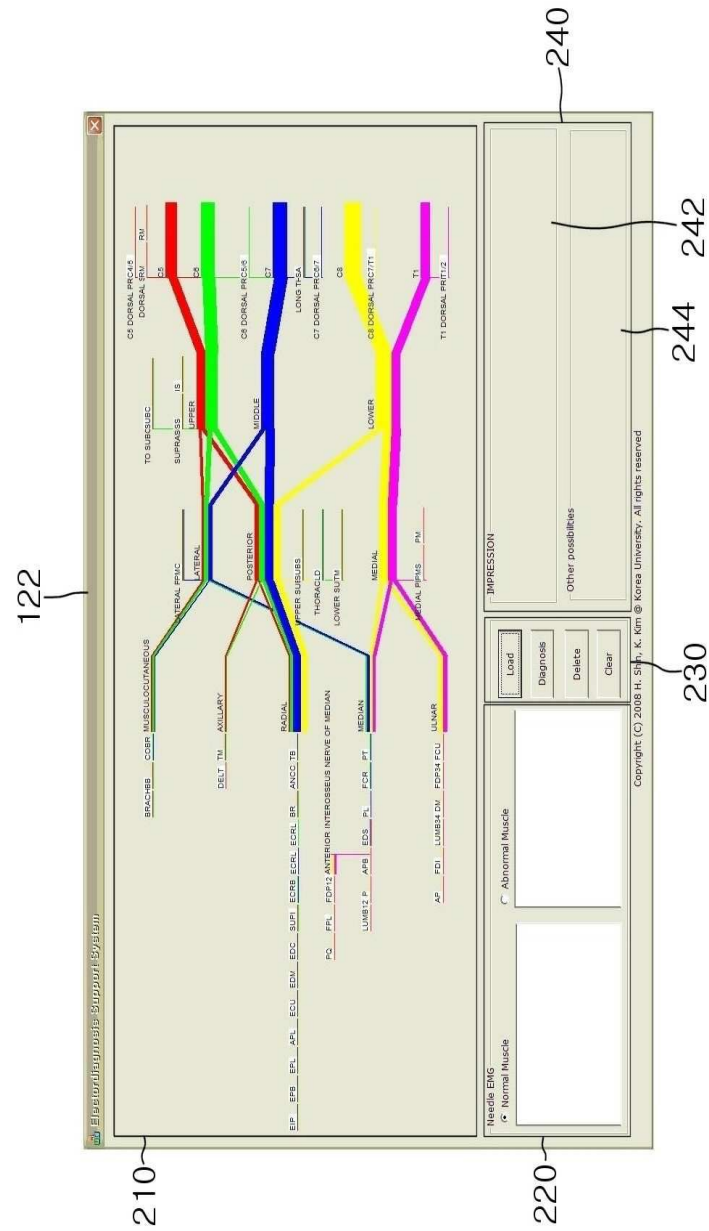
129: 손상위치 판단부

도면

도면1



도면2



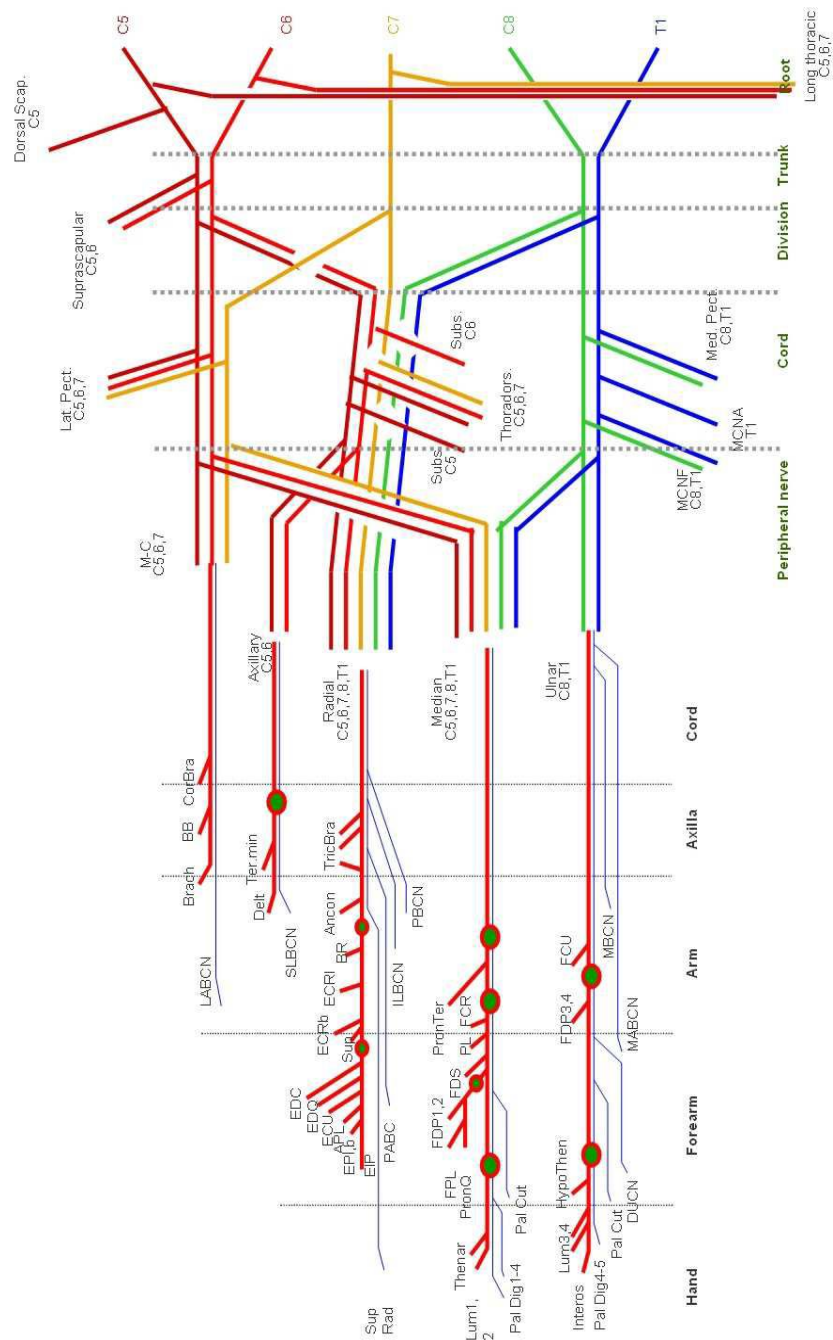
도면3

```

1 <HEADER>
2 <Name>Brachial Plexus</NAME>
3 <Muscle>Serratus anterior,Rhomboid major,Rhomboid minor,Supraspinatus,Infraspinatus
4 <Peripheral nerve>Long thoracic,Dorsal scapular,Suprascapular,To subclavius,Upper
5 <Cord>Lateral,Posterior,Medial</Cord>
6 <Trunk>Upper,Middle,Lower</Trunk>
7 <Segments>C5,C6,C7,C8,T1</Segments>
8 </HEADER>
9 <CONTENTS>
10 <Muscle>      <Abbreviation>  <Peripheral nerve>      <Cord>  <Trunk>  <Segments>
11 Serratus anterior      SA      Long thoracic      NULL      NULL      C5
12 Serratus anterior      SA      Long thoracic      NULL      NULL      C6
13 Serratus anterior      SA      Long thoracic      NULL      NULL      C7
14 Rhomboid major      RM      Dorsal scapular      NULL      NULL      C5
15 Rhomboid minor      Rm      Dorsal scapular      NULL      NULL      C5
16 Supraspinatus      SS      Suprascapular      NULL      Upper      C5
17 Supraspinatus      SS      Suprascapular      NULL      Upper      C6
18 Infraspinatus      IS      Suprascapular      NULL      Upper      C5
19 Infraspinatus      IS      Suprascapular      NULL      Upper      C6
20 Subclavius      Subc      To subclavius      NULL      Upper      C5
21 Subclavius      Subc      To subclavius      NULL      Upper      C6
22 Subscapularis      Subs      Upper subscapular      Posterior      Upper      C5
23 Subscapularis      Subs      Upper subscapular      Posterior      Upper      C6
24 Latissimus dorsi      LD      Thoracodorsal      Posterior      Upper      C6
25 Latissimus dorsi      LD      Thoracodorsal      Posterior      Middle      C7
26 Latissimus dorsi      LD      Thoracodorsal      Posterior      Lower      C8
27 Teres major      TM      Lower subscapular      Posterior      Upper      C5
28 .....
29 .....
30 C7/T1 Paravertebral muscle      C7/T1      C8 dorsal primary ramus      NULL      NULL      C8
31 T1/T2 Paravertebral muscle      T1/2      T1 dorsal primary ramus      NULL      NULL      T1
32 </CONTENTS>

```

도면4



도면5

	p.m.											root		
	Anter	Axilla	Dors	Dorsi	Lateral	Long	Lower	Medi	Medi	Musci	Radial	Supra	Thora	To
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abductor digiti minimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abductor pollicis brevis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abductor pollicis longus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adductor pollicis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anconeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biceps brachii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brachialis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brachioradialis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C4/5 Paravertebral muscle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C5/6 Paravertebral muscle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C6/7 Paravertebral muscle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C7/T1 Paravertebral muscle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coracobrachialis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deltoid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ext. carpi ulnaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ext. digiti minimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ext. digitorum communi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ext. indicis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Extensor carpi rad. brev.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Extensor carpi rad. long	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Extensor pollicis longus/brev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
First dorsal interosseus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flexor carpi radialis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flexor carpi ulnaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flexor digitorum profundus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flexor digitorum profundus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flexor digitorum superficial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flexor pollicis longus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraspinatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Latisimus dorsi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lumbrical D1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lumbrical D2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lumbrical D3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lumbrical D4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Opponens pollicis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palmaris longus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pectoralis major/clavicular	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pectoralis major/sternocost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pectoralis minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronator quadratus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronator teres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhomboid major/minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serratus anterior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subclavius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subscapularis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

도면6

Algorithm 1 for injury diagnosis

Input muscles with normal finding, muscles with abnormal finding

Output diagnosis vectors

d = total #of muscles

i = #of normal findings

j = #of abnormal findings

k = #of bundles representing muscle paths

$T = k \times d$ matrix representing upper limb nueral structure

$X = [X_1, X_2, \dots, X_i]$ /* $k \times i$ matrix representing muscles with normal finding */

$Y = [Y_1, Y_2, \dots, Y_j]$ /* $k \times j$ matrix representing muscles with abnormal finding */

$D = [0, 0, \dots, 0]$ /* diagnosis vector of size k */

$N = [0, 0, \dots, 0]$ /* noraml finding allocation vector of size k */

for $t = 0$ to $t = i$ **do**

$N = N + X[t]$

end for

$M = [0, 0, \dots, 0]$ /* abnormal finding allocation vector of size k */

for $t = 0$ to $t = j$ **do**

$M = M + Y[t]$

end for

for $t = 0$ to $t = k$ **do**

if $N[t] > 0$ **then**

$D[t] = 1$

else if $N[t] = 0$ & $M[t] < 0$ **then**

$D[t] = -1$

else if $D[t] = 0$ **then**

$D[t] = 0$

end if

end for

도면7

Algorithm 2 for injury localization

Input normal finding allocation vector, abnormal finding allocation vector, diagnosis vector

Output impression and other possibilities(localization for injury nerve)

```

 $k$  = #of bundles representing muscle paths
 $N$  = normal finding allocation vector of size  $k$ 
 $M$  = abnormal finding allocation vector of size  $k$ 
 $D$  = diagnosis vector of size  $k$ 
for  $t = 0$  to  $t = k$  do
  if  $D[t] = -1$  then
     $p = N[t] + \text{abs}(M[t])$  /* total #of times muscle path  $t$  being inspected */
    if  $p > 1$  then /* only consider the paths tested more than once */
      if  $\text{MEMBER\_OF}(\text{BUNDDLE\_NAME}(t), \text{"peripheral nerve"})$  then
        if  $p \geq \max(N + \text{abs}(M))$  then
          add  $\text{BUNDDLE\_NAME}(t)$  to "impression" list
        else if
          add  $\text{BUNDDLE\_NAME}(t)$  to "other possibilities "
        end if
      else if  $\text{MEMBER\_OF}(\text{BUNDDLE\_NAME}(t), \text{"root"})$  then
        add  $\text{BUNDDLE\_NAME}(t)$  to "impression"
      else if  $p \geq \max(N + \text{abs}(M))$  then
        add  $\text{BUNDDLE\_NAME}(t)$  to "impression"
      else if
        add  $\text{BUNDDLE\_NAME}(t)$  to "other possibilities "
      end if
    else
      add  $\text{BUNDDLE\_NAME}(t)$  to "other possibilities "
    end if
  end if
end for

```

도면8

