



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2011년12월26일  
 (11) 등록번호 10-1098565  
 (24) 등록일자 2011년12월19일

(51) Int. Cl.

A61H 1/00 (2006.01) B25J 15/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0071414  
 (22) 출원일자 2010년07월23일  
 심사청구일자 2010년07월23일

(56) 선행기술조사문헌  
 KR1020100064702 A  
 KR1020100078937 A  
 US5327882 A  
 JP2005080872 A

(73) 특허권자  
 한국과학기술원  
 대전 유성구 구성동 373-1

(72) 발명자  
 장평훈  
 대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원  
 구광민  
 대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원 기계공  
 학동 4211호

(74) 대리인  
 김강욱

전체 청구항 수 : 총 11 항

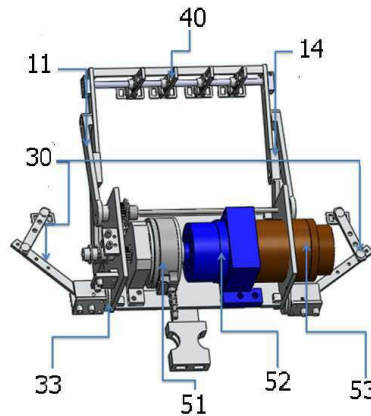
심사관 : 전창익

**(54) 손 재활 로봇 기구**

**(57) 요약**

본 발명은 손 재활 로봇 기구에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 1자유도로 간단한 구조를 갖지만 엄지손가락과 네 손가락의 동시 재활이 가능하며, 완전히 쥘 수 있는 관절가동범위를 구현한 손 재활 로봇 기구에 관한 것이다.

**대표도** - 도9



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)와,  
 상기 손 안착부(25)의 양측에 각각 제공되는 한 쌍의 관절 지지부(21)와,  
 상기 관절 지지부(21)에 각각 연결되는 한 쌍의 관절부와,  
 상기 한 쌍의 관절부를 연결하는 연결부(15)를 포함하고,  
 상기 관절부는 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함하고,  
 상기 제2 링크(12)의 일단은 상기 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제3 링크(13)의 일단은 상기 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 상기 제1 링크(11)의 일단은 상기 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는 것을 특징으로 하는,  
 손 재활 로봇 기구.

**청구항 2**

내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)와,  
 상기 손 안착부(25)의 양측에 각각 제공되는 한 쌍의 관절 지지부(21)와,  
 상기 관절 지지부(21)에 각각 연결되는 한 쌍의 관절부와,  
 상기 한 쌍의 관절부를 연결하는 연결부(15)와,  
 상기 관절부를 구동하는 모터(53)를 포함하고,  
 상기 관절부는 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함하고,  
 상기 제2 링크(12)의 일단은 상기 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제3 링크(13)의 일단은 상기 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 상기 제1 링크(11)의 일단은 상기 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는,  
 손 재활 로봇 기구.

**청구항 3**

내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)와,  
 상기 손 안착부(25)의 양측에 각각 제공되는 한 쌍의 관절 지지부(21)와,  
 상기 관절 지지부(21)에 각각 연결되는 한 쌍의 관절부와,  
 상기 한 쌍의 관절부를 연결하는 연결부(15)와,  
 상기 연결부(15)에 제공되어 손가락 끝과 연결되고, 환자의 손가락 길이에 따라 길이를 조절할 수 있는 길이 조절 링크(40)를 포함하고,  
 상기 관절부는 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함하고,  
 상기 제2 링크(12)의 일단은 상기 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제3 링크(13)의 일단은 상기 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 상기 제1 링크(11)의 일단은 상기 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는 것을 특징으로 하는,  
 손 재활 로봇 기구.

**청구항 4**

내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)와,  
 상기 손 안착부(25)의 양측에 각각 제공되는 한 쌍의 관절 지지부(21)와,  
 상기 관절 지지부(21)에 각각 연결되는 한 쌍의 관절부와,  
 상기 한 쌍의 관절부를 연결하는 연결부(15)와,  
 상기 관절 지지부(21)에 제공되어 엄지 손가락이 연결되는 엄지 손가락 관절부를 포함하고,  
 상기 관절부는 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함하고,  
 상기 제2 링크(12)의 일단은 상기 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제3 링크(13)의 일단은 상기 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 상기 제1 링크(11)의 일단은 상기 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는 것을 특징으로 하는,  
 손 재활 로봇 기구.

**청구항 5**

내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)와,  
 상기 손 안착부(25)의 양측에 각각 제공되는 한 쌍의 관절 지지부(21)와,  
 상기 관절 지지부(21)에 각각 연결되는 한 쌍의 관절부와,  
 상기 한 쌍의 관절부를 연결하는 연결부(15)와,  
 상기 관절부를 구동하는 모터(53)와,  
 손에 가해지는 토크를 측정하는 토크센서(51)와  
 상기 토크센서(51)에 의해 측정된 토크의 크기를 기초로 하여 상기 모터(53)의 토크를 제어하는 제어부를 포함  
 하고,  
 상기 관절부는 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함하고,  
 상기 제2 링크(12)의 일단은 상기 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제3 링크(13)의 일단은 상기 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 상기 제1 링크(11)의 일단은 상기 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는,  
 손 재활 로봇 기구.

**청구항 6**

청구항 3에 있어서,  
 상기 길이 조절 링크(40)는,  
 가이드 홈(47)을 가진 가이드 부재(41)와,  
 상기 가이드 홈(47)을 따라 이동가능하게 제공되고, 상기 연결부(15)가 삽입되어 고정되는 고정홀(46)이 형성된  
 조절부(44)와,  
 상기 가이드 부재(41)의 끝단에 회동가능하게 제공되고, 손가락 끝이 연결되는 손가락 지지부(43)를 포함하는,  
 손 재활 로봇 기구.

**청구항 7**

청구항 6에 있어서,

상기 연결부(15)의 단면은 원형이고, 상기 고정홀(46)은 상기 연결부(15)의 단면에 대응하는 원형이며,  
상기 길이 조절 링크(40)는 상기 연결부(15)에 대하여 회동가능한,  
손 재활 로봇 기구.

**청구항 8**

청구항 4에 있어서,  
상기 엄지 손가락 관절부는 회전 조인트부(33), 제4 링크(31), 제5 링크(32) 및 엄지 손가락 지지부(35)를 포함  
하고,  
상기 회전 조인트부(33)는 상기 관절 지지부(21)에 대하여 회동가능하게 제공되고,  
상기 제5 링크(32)는 일단부가 상기 회전 조인트부(33)에 회동가능하게 제공되고,  
상기 제4 링크(31)의 일단부는 상기 제5 링크(32)의 타단부에 회동가능하게 제공되고,  
상기 엄지 손가락 지지부(35)는 상기 제4 링크(31)의 타단부에 회동가능하게 제공되는,  
손 재활 로봇 기구.

**청구항 9**

청구항 9은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.  
청구항 8에 있어서,  
상기 회전 조인트부(33)의 회전축과 상기 제5 링크(32)의 회전축은 수직하게 제공되는,  
손 재활 로봇 기구.

**청구항 10**

청구항 10은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.  
청구항 9에 있어서,  
상기 회전 조인트부(33)는 수동으로 제어되는,  
손 재활 로봇 기구.

**청구항 11**

청구항 11은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.  
청구항 2 또는 청구항 5에 있어서,  
상기 모터(53)는 상기 제1 링크(11)를 구동하는 것을 특징으로 하는,  
손 재활 로봇 기구.

**청구항 12**

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 하나에 있어서,  
상기 제2 링크(12)에는 상기 제3 링크(13)가 소정의 각도 이상으로 꺾어지는 것을 방지하는 스톱퍼(14)를 더 포  
함하는,  
손 재활 로봇 기구.

**청구항 13**

청구항 13은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.  
청구항 3에 있어서,

상기 길이 조절 링크(40)는 4개가 제공되는,  
손 재활 로봇 기구.

**청구항 14**

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 하나에 있어서,  
상기 제1 링크(11)가 상기 관절 지지부(21)에 연결된 부분은 상기 제3 링크(13)가 상기 관절 지지부(21)에 연결된 부분 보다 높게 형성된,  
손 재활 로봇 기구.

**청구항 15**

청구항 5에 있어서,  
상기 엄지 손가락 관절부는 양측의 관절 지지부(21)에 각각 제공되는,  
손 재활 로봇 기구.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 손 재활 로봇 기구에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 1자유도로 간단한 구조를 갖지만 엄지손가락과 네 손가락의 동시 재활이 가능하며, 완전히 질 수 있는 관절가동범위를 구현한 손 재활 로봇 기구에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 뇌졸중(腦卒中, stroke)은 흔히 중풍(中風)으로 불리며 암, 심장질환과 함께 우리나라 3대 사망질환 중에 하나로 단일 질병으로는 사망률 1위인 심각한 질병이다. 뇌졸중은 그동안 혈관의 노화로 인한 중·장년층에서 많이 발병되었으나, 최근에는 식생활의 변화, 정신적 스트레스의 증가 등으로 나이와 성별에 무관하게 발병되고 있다. 이에 따라 뇌졸중 환자 수는 점차 증가하고 있다.

[0003] 뇌졸중 환자의 90% 이상은 편마비(hemiplegia, 반신마비) 장애를 나타내게 되어 환 측(affected side)의 팔과 손, 다리에 장애를 갖게 된다. 뇌졸중 환자는 이런 갑작스런 장애로 인해 독립적인 일상생활이 불가능하게 되며 극심한 스트레스와 삶의 질 저하를 경험하게 된다.

[0004] 뇌졸중 환자의 재활 목적은 환자 독립적으로 일상생활을 불편함 없이 수행할 수 있도록 환자의 장애를 최소화하는 것이다. 대부분의 일상생활 동작 수행과정에서 손동작이 수반되므로 손 재활은 꼭 필요하다. 일반적으로 뇌졸중 환자의 재활은 몸통과 가까운 관절부터 회복이 일어나게 된다. 이런 이유로 손 재활은 보통 마지막 단계에 일어나게 되는데, 그만큼 오랜 시간이 걸리며 지속적인 노력이 필요하다. 발병 초기부터 지속적인 재활치료를 받지 않게 되면 환 측은 계속 사용하지 않게 되어 관절 구축 등의 심각한 후유증이 남게 된다.

[0005] 뇌졸중 환자의 재활은 물리치료, 작업치료, 전기자극치료(Functional Electric Stimulation: FES), 약물치료, 심리치료 등 복합적인 과정으로 이루어진다. 이러한 치료과정 중 물리치료와 작업치료는 치료사가 치료시간 동안 환자와 1:1로 계속해서 치료를 수행해야 하기 때문에 치료사의 노동력이 가장 많이 요구된다. 하지만 뇌졸중 환자의 수에 비해 치료사의 수는 부족한 실정이며, 환자는 충분한 시간 동안 치료를 받지 못하고 있다.

[0006] 손은 총 16 자유도로 모사되는 매우 복잡한 시스템이며, 그 크기가 팔이나 다리에 비해 작기 때문에 액츄에이터와 센서 등을 장착하는데 어려움이 있다. 하지만 손 재활 로봇/장비들에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 손 재활 로봇 연구는 로봇이 환자의 손과 어떻게 접촉하느냐에 따라 크게 두 갈래로 나눌 수 있다.

[0007] 첫 번째 흐름은 손가락의 모든 관절과 접촉하는 방법이다. 도 1의 (a)는 이러한 방법을 모사한 도면이다. 이 연구는 정상인의 손가락 움직임을 완벽히 모사하는 데 초점을 맞추고 있다. 예를 들어 일본 Gifu University의 손 재활 로봇은 각 관절을 모두 제어하기 때문에 관절마다 개별적인 움직임이 가능하며, 손가락을 개별적으로 움직일 수 있게 되어 다양한 일상생활 동작을 훈련할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 관절마다 액츄에이터와 센서를 사용해야 하기 때문에 그 구조가 굉장히 복잡하며, 로봇의 각 관절들과 사람의 해부학적 관절들이 일치해

야 하기 때문에 착용이 어렵고, 환자의 손가락 관절 사이의 길이에 따라 로봇의 각 관절 사이 링크 길이를 조절해야 하는 어려움이 있다.

[0008] 또 다른 흐름은 손가락의 끝이나 어느 한 부분만 접촉하는 방법이다. 도 1의 (b)는 이러한 방법을 모사한 도면이다. RIC의 IntelliArm과 현재 병원에서 사용되고 있는 1자유도의 간단한 CPM(Continuous Passive Motion) 장비가 그 예이다. 이 방법은 구조가 간단하여 착용이 편리하며 손끝만 접촉하기 때문에 손가락 전체 길이만 고려하여 로봇의 링크 길이를 조절하면 된다. 하지만 지금까지 제안된 로봇/장비들은 엄지손가락과 네손가락을 동시에 재활할 수 없고, 일상생활 동작에서 엄지손가락이 중요함에도 불구하고 엄지손가락에 대해 한가지 동작만을 수행할 수 있거나 관절가동범위에 제한이 있어서 일상생활 동작을 구현하는데 한계가 있다.

[0009] 뇌졸중 환자는 대부분 굽힘 공동운동(flexor synergy)이 발달 되어 있어 환 측의 손을 굽힌 상태로 유지하게 된다. 이 굽혀진 손을 반복적으로 펴주고, 일상생활을 동작 훈련을 통해 환자가 원하는 동작을 독립적으로 수행 가능하도록 해야 한다. 앞서 언급한 바와 같이 뇌졸중 환자의 복합적인 재활 치료 과정 중에서 물리치료와 작업치료가 치료사의 노동력이 가장 많이 요구된다.

[0010] 로봇을 통해 물리치료와 작업치료를 구현할 수 있게 된다면 부족한 치료사 수에 대한 문제점을 극복할 수 있으며, 치료사의 노동력을 줄일 수 있다. 환자는 회복에 필요한 충분한 시간 동안 치료를 받을 수 있게 되며 치료비의 부담을 줄일 수 있게 된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0011] 본 발명은 상기의 필요성에서 안출된 것으로서, 본 발명은 구조가 간단하면서도 일상생활 동작을 수행할 수 있는 1자유도 손 재활 로봇 기구를 제시한다.

[0012] 본 발명이 해결하고자 하는 목적은 다음과 같다.

[0013] 첫째, 1자유도로 간단한 구조를 갖지만 엄지손가락과 네 손가락의 동시 재활이 가능하며, 완전히 쥘 수 있는 관절가동범위를 구현한 손 재활 로봇 기구를 제공한다.

[0014] 둘째, 일상생활 동작에 따른 엄지손가락의 움직이는 방향을 조절할 수 있는 손 재활 로봇 기구를 제공한다.

[0015] 셋째, 1자유도로 엄지손가락과 네손가락을 동시에 움직이도록 하기 위해 4절 링크를 설계하였고 엄지손가락을 위해 케이블 구동 메커니즘을 적용한 손 재활 로봇 기구를 제공한다. 이를 통해 엄지손가락의 움직이는 방향을 조절할 수 있도록 수동 회전 조인트를 설계하여 일상생활 동작에 맞는 엄지의 움직임을 선택할 수 있는 손 재활 로봇 기구를 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0016] 본 발명은 상기의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 과제 해결 수단을 제공한다.

[0017] 본 발명에 의한 손 재활 로봇 기구의 일실시예는, 내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)와, 상기 손 안착부(25)의 양측에 각각 제공되는 한 쌍의 관절 지지부(21)와, 상기 관절 지지부(21)에 각각 연결되는 한 쌍의 관절부와, 상기 한 쌍의 관절부를 연결하는 연결부(15)를 포함하고, 상기 관절부는 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함하고, 상기 제2 링크(12)의 일단은 상기 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제3 링크(13)의 일단은 상기 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 상기 제1 링크(11)의 일단은 상기 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 다른 실시예로서, 내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)와, 상기 손 안착부(25)의 양측에 각각 제공되는 한 쌍의 관절 지지부(21)와, 상기 관절 지지부(21)에 각각 연결되는 한 쌍의 관절부와, 상기 한 쌍의 관절부를 연결하는 연결부(15)와, 상기 관절부를 구동하는 모터(53)를 포함하고, 상기 관절부는 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함하고, 상기 제2 링크(12)의 일단은 상기 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제3 링크(13)의 일단은 상기 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 상기 제1 링크(11)의 일단은 상기 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는 것을 특징으로 한다.

- [0019] 또 다른 실시예로서, 내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)와, 상기 손 안착부(25)의 양측에 각각 제공되는 한 쌍의 관절 지지부(21)와, 상기 관절 지지부(21)에 각각 연결되는 한 쌍의 관절부와, 상기 한 쌍의 관절부를 연결하는 연결부(15)와, 상기 연결부(15)에 제공되어 손가락 끝과 연결되고, 환자의 손가락 길이에 따라 길이를 조절할 수 있는 길이 조절 링크(40)를 포함하고, 상기 관절부는 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함하고, 상기 제2 링크(12)의 일단은 상기 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제3 링크(13)의 일단은 상기 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 상기 제1 링크(11)의 일단은 상기 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또 다른 실시예로서, 내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)와, 상기 손 안착부(25)의 양측에 각각 제공되는 한 쌍의 관절 지지부(21)와, 상기 관절 지지부(21)에 각각 연결되는 한 쌍의 관절부와, 상기 한 쌍의 관절부를 연결하는 연결부(15)와, 상기 관절 지지부(21)에 제공되어 엄지 손가락이 연결되는 엄지 손가락 관절부를 포함하고, 상기 관절부는 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함하고, 상기 제2 링크(12)의 일단은 상기 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제3 링크(13)의 일단은 상기 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 상기 제1 링크(11)의 일단은 상기 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또 다른 실시예로서, 내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)와, 상기 손 안착부(25)의 양측에 각각 제공되는 한 쌍의 관절 지지부(21)와, 상기 관절 지지부(21)에 각각 연결되는 한 쌍의 관절부와, 상기 한 쌍의 관절부를 연결하는 연결부(15)와, 상기 관절부를 구동하는 모터(53)와, 손에 가해지는 토크를 측정하는 토크센서(51)와, 상기 토크센서(51)에 의해 측정된 토크의 크기를 기초로 하여 상기 모터(53)의 토크를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 관절부는 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함하고, 상기 제2 링크(12)의 일단은 상기 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제3 링크(13)의 일단은 상기 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 상기 제1 링크(11)의 일단은 상기 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 이때, 상기 길이 조절 링크(40)는, 가이드 홈(47)을 가진 가이드 부재(41)와, 상기 가이드 홈(47)을 따라 이동가능하게 제공되고, 상기 연결부(15)가 삽입되어 고정되는 고정홀(46)이 형성된 조절부(44)와, 상기 가이드 부재(41)의 끝단에 회동가능하게 제공되고, 손가락 끝이 연결되는 손가락 지지부(43)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 이때, 상기 연결부(15)의 단면은 원형이고, 상기 고정홀(46)은 상기 연결부(15)의 단면에 대응하는 원형이며, 상기 길이 조절 링크(40)는 상기 연결부(15)에 대하여 회동가능한 것을 특징으로 한다.
- [0024] 상기 엄지 손가락 관절부는 회전 조인트부(33), 제4 링크(31), 제5 링크(32) 및 엄지 손가락 지지부(35)를 포함하고, 상기 회전 조인트부(33)는 상기 관절 지지부(21)에 대하여 회동가능하게 제공되고, 상기 제5 링크(32)는 일단부가 상기 회전 조인트부(33)에 회동가능하게 제공되고, 상기 제4 링크(31)의 일단부는 상기 제5 링크(32)의 타단부에 회동가능하게 제공되고, 상기 엄지 손가락 지지부(35)는 상기 제4 링크(31)의 타단부에 회동가능하게 제공되는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 상기 회전 조인트부(33)의 회전축과 상기 제5 링크(32)의 회전축은 수직하게 제공되는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 상기 회전 조인트부(33)는 수동으로 제어되는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 상기 모터(53)는 상기 제1 링크(11)를 구동하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 이때, 상기 제2 링크(12)에는 상기 제3 링크(13)가 소정의 각도 이상으로 꺾어지는 것을 방지하는 스톱퍼(14)를 더 포함한다.
- [0029] 이때, 상기 길이 조절 링크(40)는 4개가 제공되는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 상기 제1 링크(11)가 상기 관절 지지부(21)에 연결된 부분은 상기 제3 링크(13)가 상기 관절 지지부(21)에 연결된 부분 보다 높게 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 상기 엄지 손가락 관절부는 양측의 관절 지지부(21)에 각각 제공되는 것을 특징으로 한다.



**발명의 효과**

- [0032] 본 발명은 구조가 간단하면서도 일상생활 동작을 수행할 수 있는 1자유도 손 재활 로봇 기구를 제시하는 효과가 있으며, 보다 구체적으로는 다음과 같은 효과를 제공한다.
- [0033] 첫째, 1자유도로 간단한 구조를 갖지만 엄지손가락과 네 손가락의 동시 재활이 가능하며, 완전히 쥘 수 있는 관절가동범위를 구현할 수 있다.
- [0034] 둘째, 일상생활 동작에 따른 엄지손가락의 움직이는 방향을 조절할 수 있다.
- [0035] 셋째, 1자유도로 엄지손가락과 네손가락을 동시에 움직이도록 하기 위해 4절 링크를 설계하였고 엄지손가락을 위해 케이블 구동 메커니즘을 적용할 수 있다. 이를 통해 엄지손가락의 움직이는 방향을 조절할 수 있도록 수동 회전 조인트를 설계하여 일상생활 동작에 맞는 엄지의 움직임을 선택할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0036] 도 1은 손가락의 관절과 손가락이 접촉하는 방법을 도시한 도면.
- 도 2는 손가락 관절 위치와 명칭을 도시한 도면.
- 도 3은 4절 링크를 이용한 손끝 궤적 모사의 개념도.
- 도 4는 4절 링크를 이용해 설계된 신전과 굴곡의 구성도.
- 도 5는 길이 조절 링크와 사시도 및 길이 조절 링크가 적용된 사시도.
- 도 6은 일상생활에서 엄지 손가락의 움직임 방향을 도시한 도면.
- 도 7은 회전 조인트가 장착되어 동작하는 원리를 설명한 도면.
- 도 8은 링크에 적용된 각도 제한의 안정성을 설명하는 도면.
- 도 9는 본 발명에 의한 1자유도 손 재활 로봇 기구의 사시도.
- 도 10은 본 발명에 의한 1자유도 손 재활 로봇 기구의 작동 예시도.
- 도 11은 본 발명에 의한 1자유도 손 재활 로봇 기구의 작동 예시도.
- 도 12는 본 발명에 의한 1자유도 손 재활 로봇 기구의 동역학 시뮬레이션 및 결과 그래프.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0037] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 설명하기로 한다.
- [0038] 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 용어가 동일하더라도 표시하는 부분이 상이하면 도면 부호가 일치하지 않음을 미리 말해두는 바이다.
- [0039] 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 설정된 용어들로서 이는 실험자 및 측정자와 같은 사용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있으므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0040] 먼저 본 발명에 적용된 기구학적 및 공학적 원리에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0041] 물리치료와 작업치료를 구현하기 위해서는 손가락의 자유도, 공동운동(synergy), 관절가동범위, 길이/형상 및 재활을 위해 필요한 힘/토크 등 생체 역학적 특성을 고려해야 한다.
- [0042] 손가락 관절은 아래와 같이 한 손가락에 3개의 관절로 구성되어 있으며, 도 2에는 손가락 관절 위치와 명칭을 도시한 도면이다. DIP는 Distal Interphalangeal을, PIP는 Proximal Interphalangeal을, MCP는 Metacarpophalangeal을, CMC는 Carpometacarpal을 의미한다.
- [0043] 먼저 손가락 자유도에 대해 설명하면 다음과 같다. 네 손가락은 각각 2자유도의 MCP 관절, 공동운동으로 인한 1자유도를 갖는 PIP와 DIP관절로 총 3자유도로 모사되며, 엄지손가락은 1자유도의 IP 관절, 1자유도의 MCP 관절, 그리고 2자유도의 CMC 관절 총 4자유도로 모사되어 총 16자유도를 갖는 시스템이다. 작업치료를 위해서는 엄지



손가락과 네 손가락이 동시에 움직일 수 있어야 한다.

[0044] 손가락 공동운동(synergy)에 대해 설명하면 다음과 같은 특징이 있다. 손가락 관절은 독립성을 갖는 관절도 있지만, 상호 간에 종속적으로 움직이는 관절을 고려해야 한다. 이를 공동운동이라 한다. 네 손가락의 DIP와 PIP, 엄지손가락의 MCP와 CMC는 다음과 같은 종속성을 갖는다.

[0045] 네 손가락에서 나타나는 공동 운동은 다음과 같은 식으로 표현된다.

[0046] 
$$\theta_{DIP} = \frac{2}{3} \theta_{PIP}$$

[0047] 엄지 손가락에서 나타나는 공동 운동은 다음과 같은 식들로 표현된다.

[0048] 
$$\theta_{MCP}^{flex} = 2(\theta_{CMC}^{flex} - \frac{\pi}{6})$$
  

$$\theta_{MCP}^{abd} = \frac{7}{5} \theta_{CMC}^{abd}$$

[0049] 마지막으로 물리치료를 위해서는 정상인과 같은 관절가동범위가 구현되어야 하는데, 이는 다음과 같은 표 1의 식에 따른다.

표 1

[0050]

관절		가동범위	
네 손가락	MCP	Hyper Extension	0-45°
		Flexion	0-90°
	PIP	Extension	0°
		Flexion	0-110°
	DIP	Extension	0°
		Flexion	0-70°
엄지 손가락	CMC	Radial Abduction	0-60°
		Unlar Adduction	0°
		Palmar Abduction	0-45°
		Palmar Adduction	0°
	MCP	Hyper Extension	0-10°
		Flexion	0-55°
	IP	Hyper Extension	0-15°
		Flexion	0-80°

[0051] 손가락의 길이와 형상과 관련하여, 다양한 환자들이 착용할 수 있어야 하기 때문에 사람들의 손가락 길이에 맞게 조절할 수 있어야 한다. 따라서 손가락의 길이에 맞게 각각 조절 가능하도록 한다.

[0052] 또한, 환 측이 왼손, 오른손에 상관없이 사용 가능하도록 하기 위해 양손에 착용이 가능하도록 해야 한다.

[0053] 물리치료와 작업치료를 할 때 필요한 토크는 엄지손가락의 경우 1.12Nm 네손가락의 경우 2.32Nm로 동시에 재활할 경우 최대 3.44Nm의 토크가 요구된다. 자료값은 치료사가 직접 측정한 값으로서 이 토크를 낼 수 있도록 설계해야 한다. 다만, 이러한 토크의 크기는 실험을 통해 얻은 바람직한 값일 뿐, 본 발명의 권리범위를 제한하지는 않는다.

[0054] 이하 본 발명의 1자유도 손 재활 로봇 기구의 기구학적 특징에 대해 설명하기로 한다.

[0055] 네 손가락을 모사한 기구학적 설계 개념은 다음과 같다. 도 3은 4절 링크를 이용한 손끝 궤적 모사의 개념도이다. 모든 관절 접촉 방법의 경우 다자유도로 구현되어 복잡하고 길이 조정 등의 어려움이 있는 반면에 손 끝 접촉 방법의 경우 1자유도를 통해 모든 관절가동범위를 구현할 수 있다. 따라서 손끝 접촉 방법을 이용하여 손끝의 움직임을 모사할 수 있는 로봇을 4절 링크로 구현한다. 손끝의 궤적을 모사할 수 있는 4절 링크는 도해적 방법(Graphical synthesis analysis)을 이용하여 설계하였다. 도 4는 4절 링크를 이용해 설계된 신전과 굴곡의 구성도이다.

[0056] 본 발명에 의한 손 재활 로봇 기구는 내측으로 손이 삽입되어 체결되는 손 안착부(25)가 제공된다. 손 안착부(25)에는 손바닥 부분이 접하여 지지되고, 손등 역시 부재(23)에 의해 접하여 안착되는 것이 바람직하다.

- [0057] 손 안착부(25)의 양측에는 각각 한 쌍의 관절 지지부(21)가 제공된다. 한 쌍의 관절 지지부(21)의 사이에 손이 삽입되는 구조이다. 관절 지지부(21)는 좀더 크게 형성되는 것도 가능하고, 부재(23)와 함께 모터 등의 수용공간을 형성하는 것도 가능하다.
- [0058] 관절 지지부(21)에는 각각 한 쌍의 관절부가 연결된다. 관절부는 앞에서 설명한 바와 같이 4절 링크 구조이다. 즉, 제1 링크(11), 제2 링크(12) 및 제3 링크(13)를 포함한다.
- [0059] 한 쌍의 관절부는 연결부(15)에 의해 서로 연결된다.
- [0060] 이때, 제2 링크(12)의 일단은 연결부(15)에 회동가능하게 제공되고, 제3 링크(13)의 일단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되고, 제2 링크(12)와 제3 링크(13)의 타단은 서로에 대해 회동가능하게 제공되며, 제1 링크(11)의 일단은 제2 링크(12)에 회동가능하게 제공되고, 타단은 관절 지지부(21)에 회동가능하게 제공되는 것을 특징으로 한다.
- [0061] 제1 링크(11)가 관절 지지부(21)에 연결된 부분은 제3 링크(13)가 관절 지지부(21)에 연결된 부분 보다 높게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0062] 설계된 4절 링크를 손의 양 옆에 배치하여 4절 링크 사이에서 손이 위치하게 한다. 손가락 끝과 4절 링크는 길이 조절 링크를 통해 연결할 수 있게 하여 환자의 손가락 길이에 따라 길이를 조절할 수 있도록 한다.
- [0063] 도 5는 길이 조절 링크와 사시도 및 길이 조절 링크가 적용된 사시도이다.
- [0064] 길이 조절 링크(40)는 연결부(15)에 제공되어 손가락 끝과 연결되고, 환자의 손가락 길이에 따라 길이를 조절할 수 있는 기능을 수행한다.
- [0065] 보다 구체적으로, 길이 조절 링크(40)는, 가이드 홈(47)을 가진 가이드 부재(41)와, 가이드 홈(47)을 따라 이동가능하게 제공되고, 연결부(15)가 삽입되어 고정되는 고정홀(46)이 형성된 조절부(44)와, 가이드 부재(41)의 끝단에 회동가능하게 제공되고, 손가락 끝이 연결되는 손가락 지지부(43)를 포함하는 것을 특징으로 한다. 조절부(44)는 가이드 홈(47)을 따라 슬라이딩 방식으로 이동한다.
- [0066] 또한, 연결부(15)의 단면은 원형이고, 고정홀(46)은 연결부(15)의 단면에 대응하는 원형으로 제공되는 것이 바람직하고, 길이 조절 링크(40)는 연결부(15)에 대하여 회동가능하게 제공된다.
- [0067] 이하, 엄지 손가락을 모사한 기구학적 설계 개념에 대해 설명하기로 한다.
- [0068] 일상생활 동작을 구현할 때 쥐는 방법에 따라 엄지손가락의 움직임은 방향이 달라진다. 도 6은 일상생활에서 엄지 손가락의 움직임 방향을 도시한 도면이다. (a)와 같이 열쇠를 쥐는 동작에서는 엄지손가락의 움직임은 방향은 손바닥과 평행한 방향이며, (b)와 같이 컵을 쥐는 동작에서는 손바닥과 약 90° 방향으로 움직인다. 이는 네 손가락과 달리 엄지손가락의 CMC 관절이 자유롭게 움직일 수 있기 때문이다.
- [0069] 이를 구현하기 위해 본 발명에서는 엄지 손가락의 방향 전환을 위한 회전 조인트를 제공한다. 도 7은 이러한 회전 조인트가 장착되어 동작하는 설명도이다. 도 7에 도시된 바와 같이 엄지 손가락의 움직임은 방향을 변화할 수 있도록 구성된다. 이는 도 6의 도면과 대응된다.
- [0070] 엄지 손가락 관절부가 관절 지지부(21)에 제공되어 엄지 손가락이 연결된다.
- [0071] 엄지 손가락 관절부는 회전 조인트부(33), 제4 링크(31), 제5 링크(32) 및 엄지 손가락 지지부(35)를 포함한다.
- [0072] 회전 조인트부(33)는 관절 지지부(21)에 대하여 회동가능하게 제공되고, 제5 링크(32)는 일단부가 회전 조인트부(33)에 회동가능하게 제공되고, 제4 링크(31)의 일단부는 제5 링크(32)의 타단부에 회동가능하게 제공되고, 엄지 손가락 지지부(35)는 제4 링크(31)의 타단부에 회동가능하게 제공되는 것이 바람직하다.
- [0073] 모터(53)로부터의 동력이 제5 링크(32)에 전달되어, 제4 링크(31)를 수동적으로 움직이게 할 수 있다.
- [0074] 이때, 회전 조인트부(33)의 회전축과 제5 링크(32)의 회전축은 수직하게 제공되는 것이 바람직하다.
- [0075] 회전 조인트부(33)는 자동 혹은 수동으로 제어될 수 있다.
- [0076] 본 발명에서는 엄지손가락의 움직임을 위해서 케이블 구동 메커니즘을 적용하였다. 케이블 구동 메커니즘은 마찰과 백래쉬가 작다고 알려져 있으며, 협소한 공간을 고려해 모터를 피동부와 바로 연결시키지 않고 원하는 위치로 떨어트릴 수 있다는 장점을 갖는다. 앞서 설명한 바와 같이 엄지손가락의 회전 방향을 조절하더라도 엄지

손가락에 동력이 전달되게 하도록 케이블 구동 메커니즘을 적용하였다.

- [0077] 손 재활 치료 도중 로봇 기구의 갑작스런 오작동으로부터 손가락이 과도하게 펴지거나 굽혀지는 것을 방지하기 위해 기구학적으로 로봇의 가동 범위를 제한할 필요성이 있다. 본 발명에서는 각도 제한을 기계적으로 설정함으로써 소프트웨어적인 안정성 설계의 오작동이 일어나더라도 안정성을 보장할 수 있도록 하였다. 도 9는 링크에 적용된 각도 제한의 안정성을 설명하는 도면이다.
- [0078] 2 링크(12)에는 제3 링크(13)가 소정의 각도 이상으로 꺾어지는 것을 방지하는 스톱퍼(14)를 더 포함하는 것이 바람직하다. 스톱퍼(14)는 도 8에서 보이는 바와 같이 돌출부 등의 구조가 제3 링크(13)의 회전을 방해하는 구조이다.
- [0079] 본 발명에서는 소프트웨어적으로 안정성 설계가 가능하다. 모터에는 엔코더가 내장되어 있어서 움직인 각도를 측정할 수 있다. 이를 바탕으로 각도가 가동범위를 벗어나게 되었을 때 초기 위치로 복구할 수 있도록 하였다. 초기위치는 환자의 굽힌 공동운동을 고려하여 살짝 켜 상태로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0080] 또한, 환자마다 가동범위가 달라질 수 있는데, 이러한 환자 개개인의 조건을 소프트웨어적으로 추가할 수도 있다.
- [0081] 제어를 할 때 환자의 손에 가해지는 토크가 토크센서에 의해 실시간으로 측정되는 것이 바람직하다. 즉, 필요한 최대 토크보다 큰 값이 소정의 시간 이상 지속적으로 측정될 때에는 로봇이 초기 위치로 복구하도록 제어하여 안정성을 확보할 수 있다.
- [0082] 따라서 본 발명은 관절부를 구동하는 모터(53)와, 손에 가해지는 토크를 측정하는 토크센서(51)와, 토크센서(51)에 의해 측정된 토크의 크기를 기초로 하여 상기 모터(53)의 토크를 제어하는 제어부를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0083] 모터(53)는 모터(53)의 출력을 증가시켜주는 기어 박스와 같은 기능을 수행하는 하모닉 드라이브(52)에 연결될 수 있다.
- [0084] 도 9는 본 발명에 의한 1자유도 손 재활 로봇 기구의 일실시예의 사시도이다. 도 10은 네 손가락이 완전히 쫓아졌을 때와 펼쳤을 때의 움직임이 구현되는 모습을 보여준다. (a)는 초과 신전을 구현하는 모습이고, (b)는 완전한 쥐기를 구현하는 모습이다.
- [0085] 도 11는 엄지 손가락과 다른 손가락으로 쥐기를 구현하는 모습을 보여준다.
- [0086] 도 12는 물리치료의 경우를 동역학 시뮬레이션 틀을 이용한 결과이다. 시뮬레이션 시나리오는 다음과 같다. 환자를 재활하는 과정과 최대한 유사하게 설정하였다. 환자의 네 손가락을 재활하기 위해 필요한 토크를 힘으로 환산할 경우 손끝에 30N(2.32Nm/0.07649m, 네 손가락 재활에 필요한 토크 2.32Nm, 중지의 평균길이 76.49mm)의 힘이 작용하는 것과 같다. 이를 바탕으로 설계된 4절 링크 끝 단에 30N의 접촉힘이 작용하고 있다고 가정한다. 환자의 손을 펼 때 환자의 근 경직도에 인한 저항력은 펼치는 속도에 영향을 받는다. 펼치는 속도는 치료사가 수행할 때와 비슷하게 2초로 설정하였다. 이러한 조건에서 손을 펼 때 모터에서 얼마만큼의 토크가 요구되는지를 확인하였다.
- [0087] 시뮬레이션 결과 최대 토크가 약 -2.6 Nm로서 선정된 모터로 구동 가능함을 확인하였다. 엄지손가락을 고려한 동시 움직임은 케이블 구동 메커니즘을 CAD 모델을 이용하여 구현할 수 없어 접촉힘을 45N(3.44Nm/0.07649m, 네 손가락과 엄지손가락 재활에 필요한 토크 3.44Nm)으로 가정하여 동일하게 수행했을 때 약 1.5배인 -3.9Nm로 역시 선정된 모터로 수행가능함을 확인할 수 있다. 또한 EC-i40 모터의 특성곡선을 통해 저속에서는 더 큰 출력 토크 범위 안에서 사용할 수 있음을 확인하였다.
- [0088] 본 발명은 상기와 같은 실시예에 의해 권리범위가 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적인 사상을 가지고 있다면 모두 본 발명의 권리범위에 해당된다고 볼 수 있으며, 본 발명은 특허청구범위에 의해 권리범위가 정해짐을 밝혀둔다.

**부호의 설명**

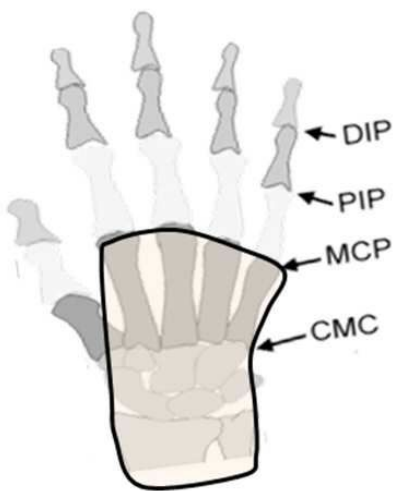
- [0089] 11 : 제1 링크, 12 : 제2 링크, 13 : 제3 링크, 15 : 연결부, 21 : 관절 지지부, 25 : 손 안착부, 40 : 길이 조절 링크, 41 : 가이드 부재, 43 : 손가락 지지부, 44 : 조절부, 46 : 고정홀, 47 : 가이드 홈

도면

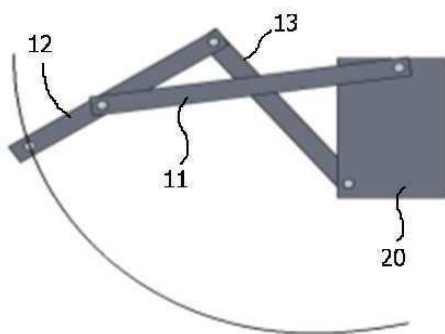
도면1



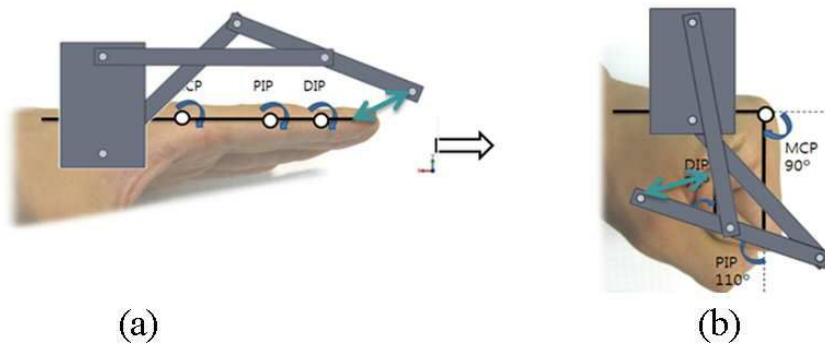
도면2



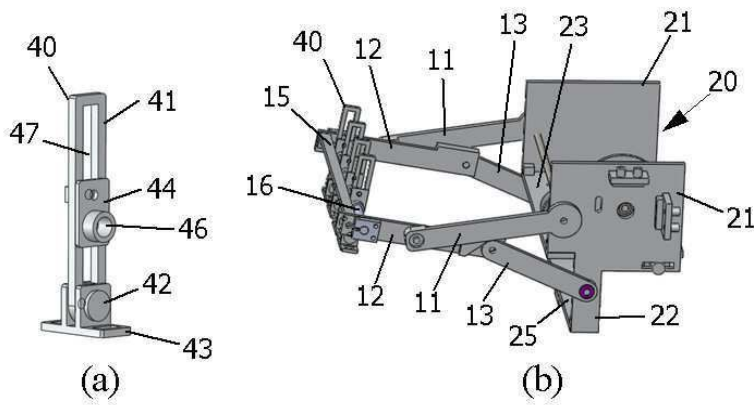
도면3



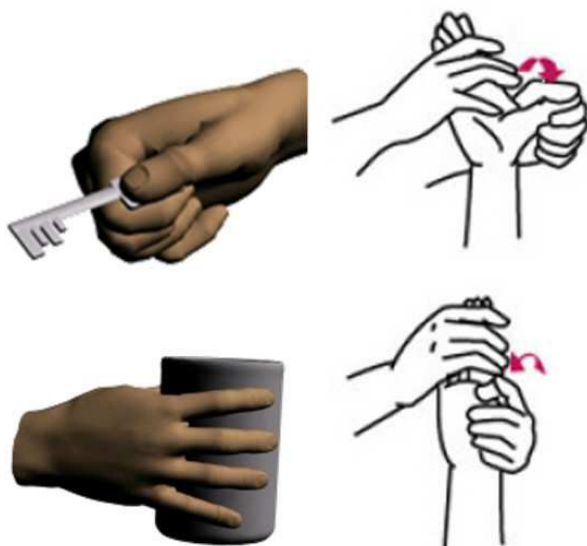
도면4



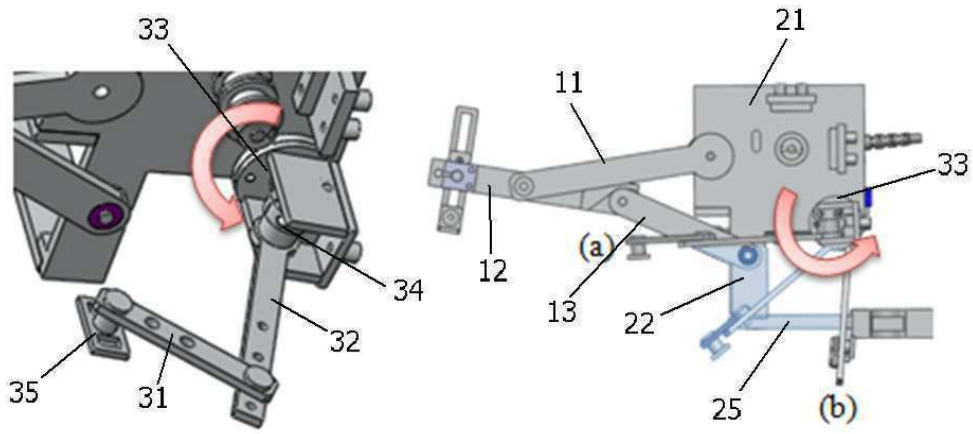
도면5



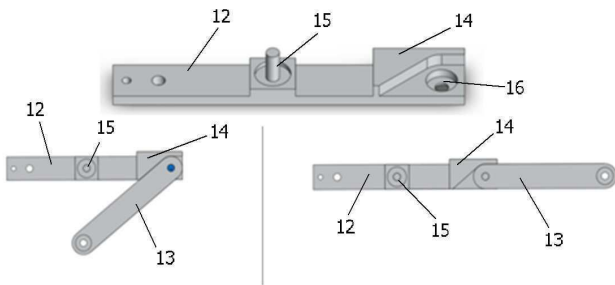
도면6



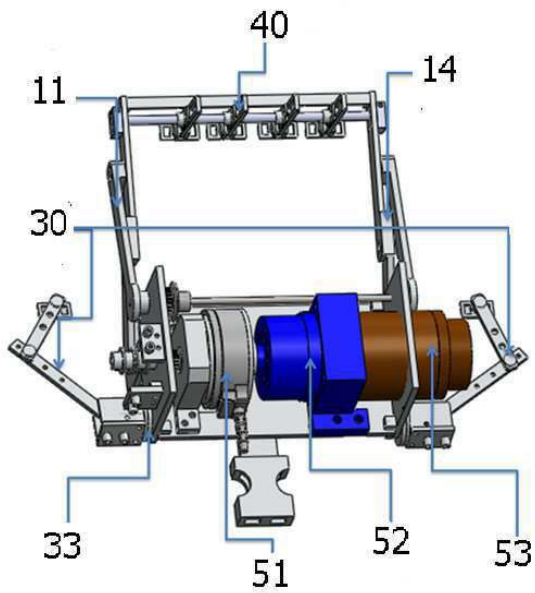
도면7



도면8

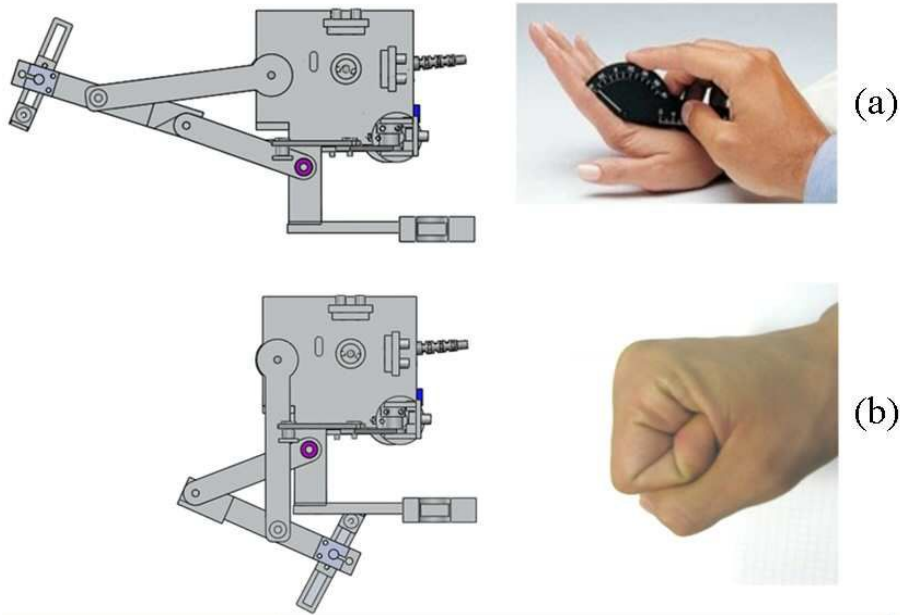


도면9

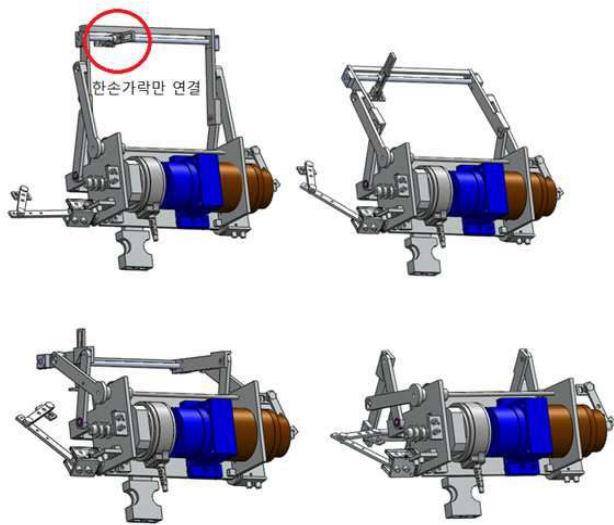




도면10



도면11





도면12

