

## 생체 모방학과 트리즈를 이용한 보급형 서비스 로봇 핸드 설계<sup>§</sup>

고훈건\* · 조창희\* · 김권희\*\*†

\*고려대학교 대학원 기계공학과, \*\*고려대학교 기계공학과

### Design of an Economic Service Robot Hand Based on Biomimetics and TRIZ

Hun Keon Ko\*, Chang Hee Cho\* and Kwon Hee Kim\*\*†

\* Graduate School, Dept. of Mechanical Engineering, Korea Univ.,

\*\* Dept. of Mechanical Engineering, Korea Univ.

(Received May 12, 2010 ; Revised September 16, 2010 ; Accepted September 17, 2010)

**Key Words :** TRIZ(트리즈), Biomimetics(생체 모방학), Robot Hand(로봇 손), Design Evolution(설계 진화)

**초록:** 본 연구에서는 원격 조정 매니플레이터에 적용할 수 있는 보급형 서비스 로봇 암을 개발하였다. 생체 모방학을 활용하여 새로운 형태의 로봇 손에 대한 개념을 도출하였다. 손가락과 손목은 인체 팔의 근골격에 분석을 통하여 상박에 설치된 와이어와 액추에이터에 의하여 구동된다. DC 모터에 의해 구동되는 스크류-너트 매커니즘을 통하여 구동 케이블에 높은 장력을 발생시킨다. 파지력의 쉬운 제어를 위하여 스크류-너트 매커니즘에 조합 스프링을 적용하였다. 첫 번째 설계에서 손가락 제어 문제, 손가락과 손목 운동의 간섭 문제가 발견되었다. 트리즈의 모순 분석을 통하여 이러한 문제에 대한 해결안을 도출하였다. 두 번째 설계에 대하여 다양한 형태와 무게의 물체에 관하여 파지와 동작 테스트를 시행하였다.

**Abstract:** This work presents a study on the design of an economic service robot hand for tele-presence manipulators. The conceptual design of new robot hand is derived from biomimetics approach. Guided by the analysis of human arm's musculoskeletal structure, the fingers are actuated by cables and actuators in the forearm. High tension in the cables is achieved by screw-nut mechanism driven by DC motors. A set of combination springs is incorporated in each of the screw-nut mechanism for easy control of gripping force. The first prototype revealed difficulties with finger control and coupling problem between gripping force and wrist movement. The solutions to these problems have been derived from the contradiction analysis of TRIZ. The second design has been verified by tests on various objects with different weight and shape for full range of wrist motion.

#### 1. 서론

20 세기에 로봇은 인간을 대신하여 단순 반복 작업과 위험 작업을 수행함으로써 생산성을 향상시키는데 크게 기여하였다. 21 세기에 들어서면서 이러한 전통적인 역할과 더불어 삶의 질을 향상시키기 위한 서비스 로봇으로서의 역할이 확대되고 있다. 이에 따라 다양한 종류의 서비스를 수행할 수 있는 로봇을 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>(1,2)</sup> 이러한 서비스 로봇에 있어 인체의 손과 같이 다양한 동작을 할 수 있는 로봇

손을 구현하는 것은 중요한 부분이다. 이에 따라 로봇 손에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 사람의 손과 같은 형태를 가지며 정밀한 동작을 구현할 수 있는 여러 가지 다관절 로봇 손이 존재하고 있다. Shadow robot hand,<sup>(3)</sup> DLR' hand II,<sup>(4)</sup> Gifu hand<sup>(5)</sup>가 대표적인 예이다. 이러한 로봇 손들은 인체의 손과 유사한 자유도를 가지고 있기 때문에 여러 형태의 물체를 자연스럽게 파지할 수 있고 다양한 동작을 구현할 수 있다. 그러나 많은 경우 복잡한 구조와 정교한 제어 장치로 인해 보수, 유지가 어렵고 가격이 높아 널리 활용되지 못하고 있다. 상업성을 가지려면 로봇 손은 낮은 가격으로 제작 가능하며 다양한 물체를 파지하고 여러 가지 동작을 실행할 수 있어야 한다. 이러한 조건을 만족시키기 위하여 여러 연구<sup>(6,7)</sup>가 진행되

§ 이 논문은 2010 년도 대한기계학회 생산 및 설계공학부문 춘계학술대회(2010. 4. 22-23., 제주 라마다프라자) 발표논문임.

† Corresponding Author, kwonhkim@korea.ac.kr

© 2010 The Korean Society of Mechanical Engineers

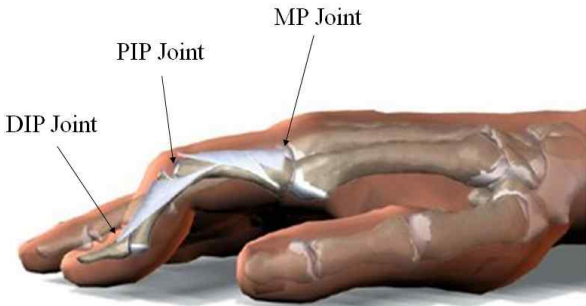


Fig. 1 Joints of finger

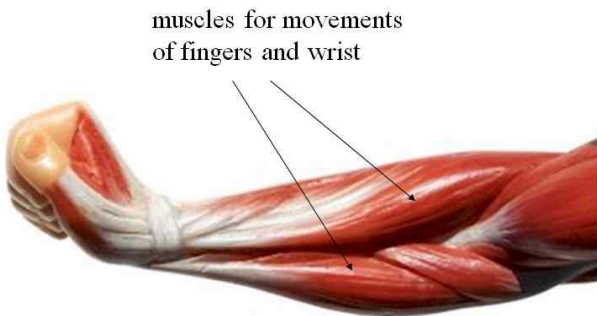


Fig. 2 Forearm muscles

고 있으나 아직 결과는 미흡한 편이다.

본 연구는 어린이, 노약자 또는 장애인을 대상으로 멀리 떨어져 있는 서비스 공급자가 직접 작동시키는 로봇 손을 대상으로 한다. 인간이 직접 조작하므로 센서와 제어요소를 배제하거나 최소화하는 설계를 추구하였다. 인간의 손과 팔의 근골격계를 분석하고 이를 바탕으로 설계개념을 선택하였다. 1차 시제품 시험에서 몇 가지 문제점들이 발견되었다. 이들에 대한 해결책을 찾는 과정에서 트리즈를 이용하였다. 개발된 로봇 손은 최소한의 액추에이터를 사용하여 다양한 형상의 물체를 파지할 수 있으며 손목 운동이 자유롭고 비교적 낮은 가격으로 제작이 가능하다.

## 2. 생체 모방학

대부분의 로봇 손은 손가락과 손목의 높은 자유도를 확보해야 하지만 액추에이터 설치 공간이 부족하여 구조와 제어에 관한 문제를 가지고 있다. 이 문제를 해결하기 위해서 인간의 손에 대한 근골격계 및 운동 분석<sup>(8,9)</sup> 결과를 바탕으로 새로운 설계 개념을 도출하였다.

### 2.1 손의 근골격계 분석

손은 정교한 동작을 위하여 다수의 관절과 근육으로 구성되어 있다. 손가락은 Fig. 1 와 같이 DIP

Table 1 Electric motor specification

Power (V)	Rated torque (gf-cm)	Rated Speed(RPM)	Rated current(mA)	Rated power(W)
12	22	6700	200	1.5

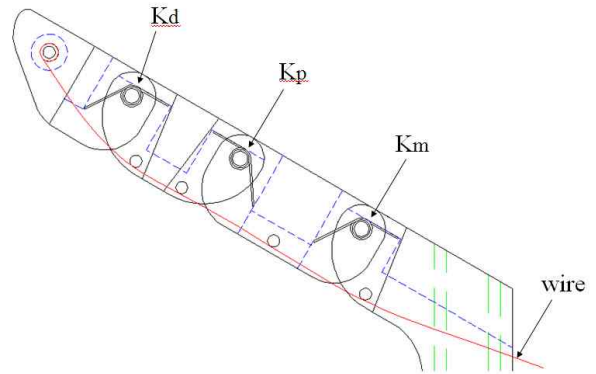


Fig. 3 Finger module

관절(distal interphalangeal joint), PIP 관절(proximal interphalangeal joint), MP 관절 (metacarpal phalangeal joint) 등 3 개의 관절로 이루어져 있으며 DIP 관절의 1 회전 자유도, PIP 관절의 1 회전 자유도, MP 관절의 pitch, yaw 의 2 자유도 등 총 4 자유도를 가지고 있다. 물체를 파지할 때 DIP 관절과 PIP 관절은 서로 연동되어 있으며 MP 관절의 yaw 방향의 움직임은 거의 발생하지 않는다. 따라서 물체의 파지 시 손가락의 움직임은 MP 관절의 pitch 운동과 PIP 와 DIP 관절의 복합운동으로 단순화 될 수 있다. 손목은 다양한 방향에서 파지 대상 물체에 접근이 가능하도록 roll, pitch, yaw 의 3 자유도를 가지고 있다. 손가락과 손목의 자유도를 구현하는 대부분의 근육은 Fig. 2 와 같이 각 관절이 아닌 상박에 위치하고 있다. 따라서 손은 부피는 작지만 강력한 힘으로 정교한 작업을 수행할 수 있는 것이다.

### 2.2 설계 개념

개발된 로봇 손은 3 개의 손가락, 손목, 상박으로 구성되며 액추에이터로 전기모터를 사용하였다. Table.1 은 각 부위 별로 사용된 DC 모터의 사양을 나타낸다. 안정적으로 물체를 파지할 수 있도록 3 개의 손가락 모듈을 배치하였다. 손가락은 3 개의 관절을 가지며 각 관절의 움직임을 와이어와 비틀림 스프링을 사용하여 연동시켜 하나의 액추에이터로 동작 가능하도록 하였다. 손목은 roll, pitch, yaw 운동이 가능하며 손가락과 손목을 구동하는

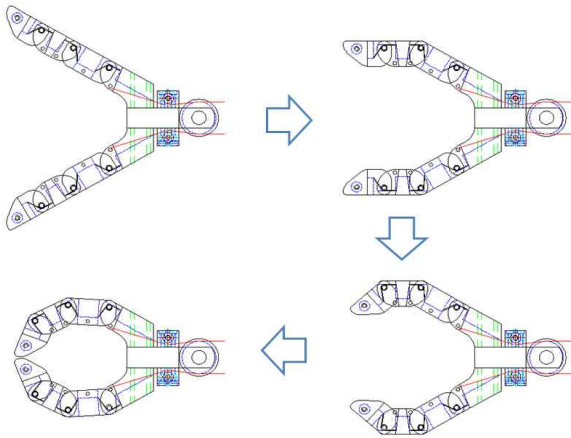


Fig. 4 Sequence of finger contraction

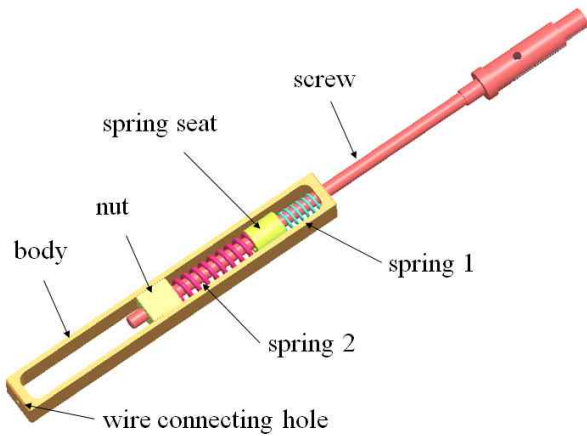


Fig. 5 Screw-nut-spring combination mechanism

모터를 인체와 같이 상박에 설치하여 액추에이터 설치에 대한 공간적 제약 문제를 해결하였다. 상박에 설치된 모터의 회전 운동은 스크류-너트 기구를 통하여 직선 운동으로 변환되고 와이어를 통하여 손가락과 손목을 구동한다. 손가락과 손목은 전기모터의 on-off 스위치 제어로도 구동할 수 있어야 하며 안전을 위해 너무 높은 속도를 추구하지 않도록 한다. 높은 속도를 추구하지 않는다면 소형의 전기모터와 스크류-너트 기구로 높은 와이어 장력을 얻을 수 있어 로봇 손은 큰 부하도 지지할 수 있게 된다. 또한 스크류-너트의 자기 잠금 기능으로 인하여 자세 유지를 위한 전력 소모를 최소화할 수 있다.<sup>(12,13)</sup>

### 3. 로봇 손의 설계

#### 3.1 구조 및 기구 설계

손가락은 Fig. 3 과 같이 비틀림 스프링이 설치

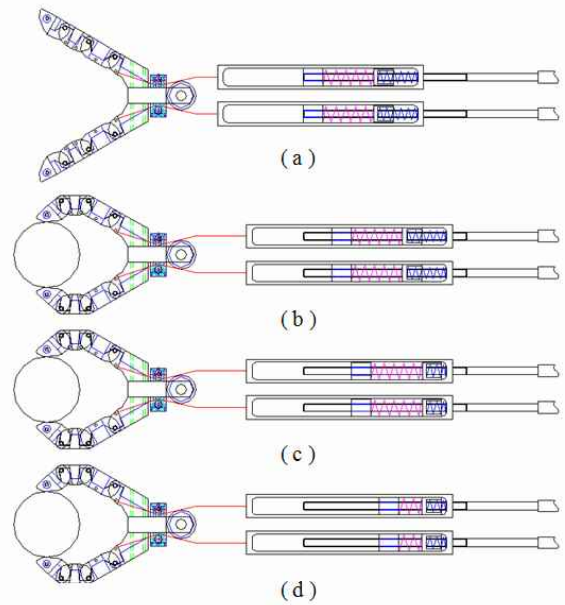


Fig. 6 Operation of screw-nut-spring mechanism

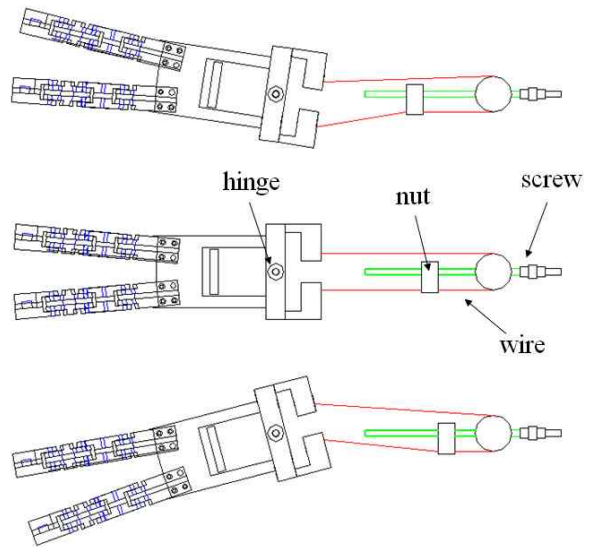


Fig. 7 Screw-nut mechanism for wrist yaw and pitch

된 3 개의 관절로 구성되고 끝 마디에서 시작되어 세 개의 마디를 통과하는 와이어에 의하여 연동되어 움직인다. 세 개의 비틀림 스프링은 손가락을 펼치는 작용을 하며 스프링 상수는 다음과 같은 관계식을 가지고 있다.

$$K_p < K_d < K_m \quad (1)$$

와이어를 오른쪽으로 당기면 (1)의 관계식에 따라 손가락은 Fig. 4 와 같은 순서로 작동하게 된다. 이러한 작동 순서는 파지 시 물체와 손가락이 넓

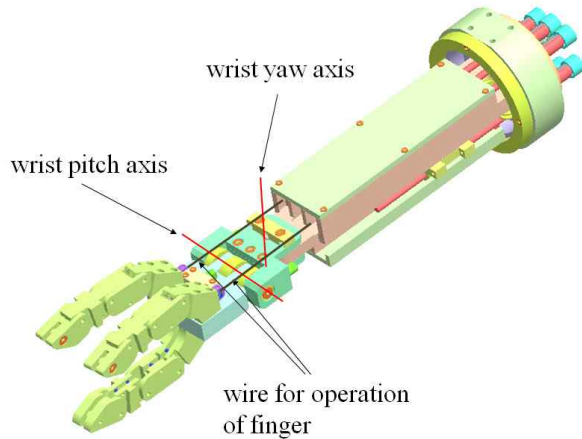


Fig. 8 3D model of the 1<sup>st</sup> prototype

은 접촉 면적을 유지할 수 있도록 한다.

손가락은 Fig. 5의 스크류-너트-스프링 조합기구에 연결된 와이어에 의해 작동된다. 이 기구의 작동 원리를 Fig. 6에 나타내었다. Fig. 6(a)는 손가락의 중립 위치를 나타낸다. 물체를 파지하기 위하여 스크류가 회전하면 몸체(body)가 Fig. 6(b)와 같이 오른쪽으로 이동하여 와이어를 당기게 된다. 손가락이 파지 물체의 표면에 닿게 되면 몸체의 위치는 고정되고 너트는 스크류의 회전에 의하여 오른쪽으로 계속 이동한다. 따라서 몸체와 너트 사이에 있는 스프링 1은 Fig. 6(c)와 같이 압축되고 파지력이 발생한다. 스크류가 계속 회전하게 되면 스프링 1이 완전히 압축된 상태에서 스프링 2가 Fig. 6(d)와 같이 압축되고 파지력이 더욱 증가하게 된다. 이러한 병렬 스프링 기구를 통해 제한된 공간에서 작은 파지력과 큰 파지력을 모두 구현하였다.

손목의 yaw, pitch는 Fig. 7와 같이 스크류-너트 기구에 의하여 구동된다. 스크류의 회전에 따라 너트가 이동하고 와이어가 당겨지면 손목은 회전 중심에 대해 회전하게 된다.

손목의 roll은 상박에 연결된 평 기어와 팔꿈치에 연결된 내접기어에 의하여 구동된다.

### 3.2.1 차 모델과 문제점

위에 언급한 기구를 바탕으로 Fig. 8의 1차 모델을 구성하였다. 각 손가락은 1자유도를 가지며 손목은 roll, pitch, yaw의 3자유도를 가지고 있다. 1차 모델 시험을 해 본 결과 세 개의 손가락을 동시에 작동시켜 임의 형상의 물체를 파지하기가 쉽지 않음을 알 수 있었다. 또한 손목의 yaw, pitch에 따라 파지력이 변동하는 것을 발견하였다.

세 개 손가락의 독립 구동은 각 손가락의 위치를 조절하여 다양한 형상의 물체를 파지할 수 있도록

한다. 그러나 각 물체의 형상에 따라 세 손가락의 상대 위치와 작동 범위를 복합적으로 제어해야 안정적으로 물체를 파지할 수 있으므로 정밀한 조작을 필요로 한다.

손가락과 손목 운동의 간섭 문제는 손가락의 구동 와이어와 손목 운동의 회전 축 사이의 위치와 관련되어 있다. 손가락 구동 와이어는 Fig. 8과 같이 손목 yaw, pitch의 회전 중심 축을 통과하지 않으므로 손목이 회전함에 따라서 와이어의 길이가 변화하게 되어 손목의 운동에 따라 손가락이 굽혀지거나 벌어지는 현상이 발생하는 것이다.

두 문제 모두 센서와 제어를 통하여 해결할 수 있다. 그러나 이러한 해결책은 가격을 상승시키고 구조를 복잡하게 만들기 때문에 보급형 서비스 로봇 암을 위한 설계 방향으로 적합하지 않다.

### 3.3 트리즈의 모순 분석과 2차 모델

1차 모델의 문제를 기술적 모순으로 정의하고 트리즈의 모순 분석<sup>(10,11)</sup>을 통하여 문제 해결 방안을 도출하였다.

먼저 3개 손가락의 구동 문제는 “쉬운 작동을 위하여 피드백 제어를 적용하면 적응성이 떨어지고 구조가 복잡해져 생산성과 제조성이 떨어진다”라고 기술된다. 이러한 기술적 모순은 트리즈의 39가지 설계 변수 중 ‘작동의 용이성(33)’과 ‘제조 용이성(32), 적응성(35), 장치의 복잡성(36), 생산성(39)’이라는 변수 사이의 상반 관계에 해당한다. 작동의 용이성은 개선 변수에 해당하고 그 외의 변수는 모두 상반 변수에 해당한다. 상반 변수는 개선 변수가 좋아짐에 따라 반대로 나빠지는 변수를 의미한다. 위의 개선 변수와 상반 변수에 관하여 트리즈의 모순 행렬 분석을 시행하였다. 그 결과 ‘구획분리, 추출, 조합, 등포텐셜, 역동성, 과소 또는 과다 조치, 차원의 변경, 기계적 시스템의 교체, 색을 바꿈, 부분 거부 및 재구성의 문제’의 해결 원리를 도출하였다.

손목과 손가락 운동의 간섭 문제는 “손가락 구동 와이어와 손목 회전 축의 위치 때문에 발생하는 운동 간섭 현상을 해결하려면 정교한 센서와 제어 장치의 추가로 장치가 복잡해지고 생산성이 나빠진다”라고 기술된다. 이 기술적 모순은 ‘유해한 부수 효과(31)’와 ‘장치 복잡성(36), 측정과 탐지의 어려움(37), 생산성(39)’이라는 설계 변수 사이의 상반 관계이다. 유해한 부수 효과는 개선 변수이고 그 외의 변수들은 상반 변수에 해당한다. 이러한 개선 변수와 상반 변수에 관한 트리즈의

**Table 2** Technical contradiction analyses for two problems of the 1<sup>st</sup> prototype

	Feature to improve: ease of operation (33)		
	Worsening Features		Solution principles
Easier finger control	Feature	No.	
	ease of manufacture	32	2,5,12
	adaptability	35	1,15,16,34
	device complexity	36	12,17,26,32
	productivity	39	1,15,28
Decoupling fingers and wrist	Feature to Improve: object-generated harmful factors (31)		
	Worsening Features		Solution principles
	Feature	No.	
	device complexity	36	1,19,31
	difficulty of detecting and measuring	37	1,2,21,27
productivity	39	18,22,35,39	

**Table 3** Frequency of solution principles for the contradiction analyses of the 1<sup>st</sup> prototype

	Solution principles (out of 40)		Frequency
	No.	Description	
Easier finger control	1	Segmentation	2
	2	Taking out or Extraction	1
	5	Merging / Consolidation	1
	12	Equipotentiality	2
	15	Dynamics	2
	16	Partial or Excessive actions	1
	17	Another dimension	1
	28	Mechanics substitution	1
	32	Colour changes	1
	34	Rejecting, Discarding	1
Decoupling fingers and wrist	Solution principles (out of 40)		Frequency
	No.	Description	
	1	Segmentation	2
	2	Taking out or Extraction	1
	18	Mechanical vibration	1
	19	Periodic action	1
	21	Skipping / Rushing Through	1
	22	Blessing in disguise	1
	27	Cheap short-living objects	1
	31	Porous materials	1
35	Parameter Changes	1	
39	Inert atmosphere	1	

**Table 4** Adopted solution principles

Adopted solution principles	Description
Merging / Consolidation (5)	1. Bring closer together (or merge) identical or similar objects or operations in space 2. Make objects or operations contiguous or parallel; bring them together in time
Segmentation (1)	1. Divide an object into independent parts 2. Make an object sectional - easy to assemble or disassemble 3. Increase the degree of fragmentation or segmentation

**Table 5** Concepts derived from solution principles

Design challenges	Concepts for improved design
Easier finger control	Balanced connector merging movements of three fingers
Decoupling fingers and wrist	Separation and Rearrangement of rotation axis of wrist and wire operating finger

모순 행렬 분석 결과 ‘구획분리, 추출, 기계적 진동, 주기적 작용, 신속한 돌파, 유해한 것을 이로운 것으로 바꾸기, 저가 단기 수명 물체로 교체, 다공질 물질을 이용, 상태 변화, 불활성 환경’의 문제 해결 원리를 도출하였다.

이 두 가지 기술적 모순에 관한 모순 행렬 분석 결과 나타난 문제 해결 원리와 그 출현 빈도를 Table. 2 에 정리하였다. 이러한 문제 해결 원리를 활용하여 1 차 모델의 설계 개선 방안을 구상하였다.

Fig. 9 는 개선된 2 차 모델을 보이고 있다. 손가락 구동 문제는 통합(merge/consolidation) 의 원리를 이용하여 해결하였다. 각 손가락을 개별적으로 구동하는 대신 각 손가락의 구동 와이어를 하나의 구조물에 연결하여 세 개의 손가락을 동시에 작동한다. 이 구조물을 통하여 하나의 액추에이터로 세 개의 손가락이 파지 물체에 항상 적합하게 굽혀지도록 할 수 있다. Fig. 10 에 T 자 형상 연결 구조물을 나타내었다. 세 손가락의 구동 와이어는 T 형 연결부 끝에 각각 고정되고 T 형 연결부의 중심을 스크루-너트-스프링 조합 기구를 통하여 당기면 세 개의 손가락이 동시에 작동한다. T 형 연결부는 구동 와이어를 중심으로 자유롭게 움직

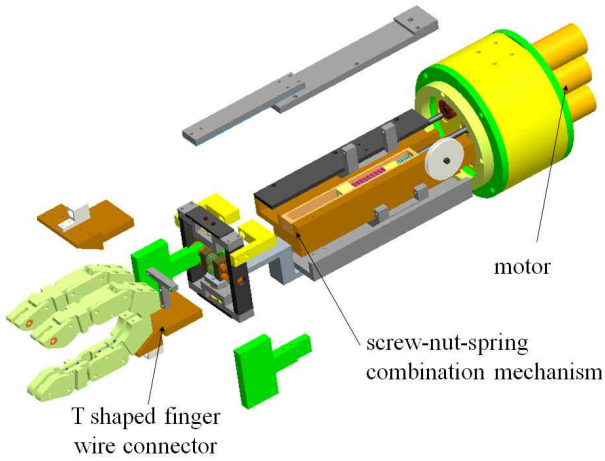


Fig. 9 3D model of the improved 2<sup>nd</sup> prototype

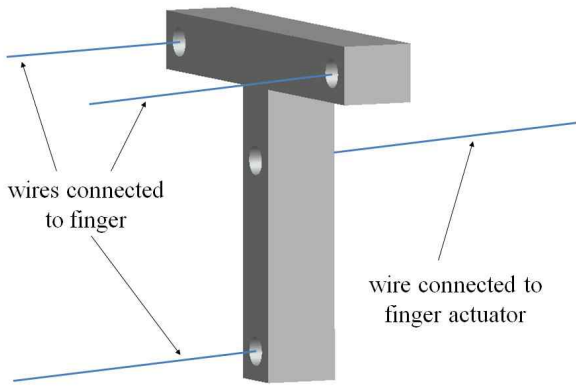


Fig. 10 T shaped finger wire connector

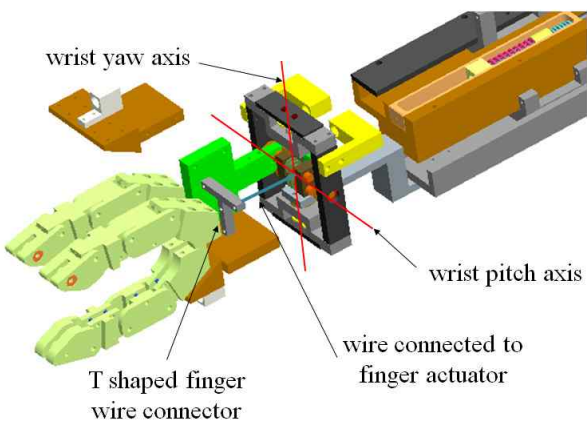


Fig. 11 Arrangement of wrist yaw axis, wrist pitch axis and finger wire

일 수 있으므로 세 개의 손가락이 자유롭게 변형하여 Fig. 12 에 보인 것처럼 다양한 물체를 안정적으로 파지할 수 있다. 손목과 손가락의 간섭 문제는 분할(segmentation)의 원리를 이용하여 해결하였다. 상박과 손에 각각 위치하였던 yaw, pitch

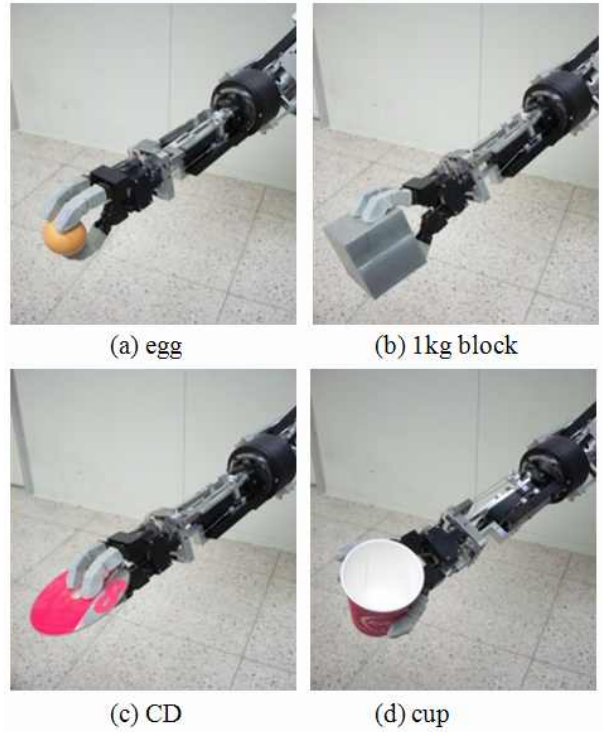


Fig. 12 Grip test for various objects

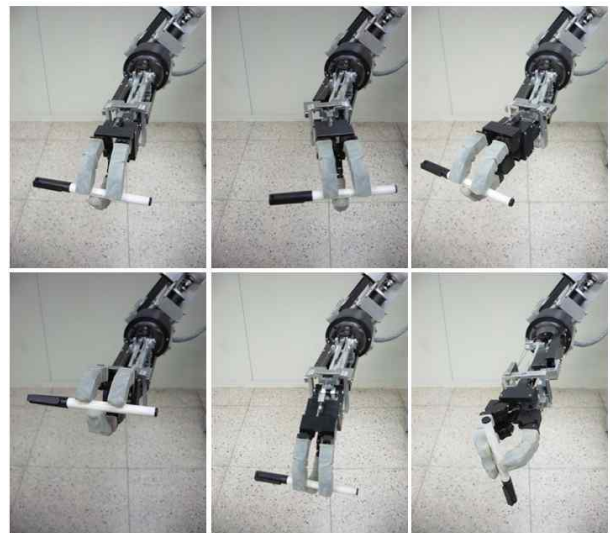


Fig. 13 Movements of wrist with a pen in grip

회전축을 분할한 후 두 회전 중심 축이 교차하도록 Fig. 11 과 같이 손목을 구성하였다. 그리고 두 회전 중심축의 교차 지점으로 손가락 구동 와이어를 통과시켜 손목의 운동에 따라 손가락 구동 와이어의 길이가 변화되지 않도록 하였다. Fig. 13 은 손목의 yaw, pitch, roll 전 영역에 있어 펜의 안정적 파지가 유지되는 모습을 보이고 있다. 2 차 모델의 사양을 Table. 5 에 나타내었다.<sup>(14)</sup>

**Table 6** Specification of improved model

	Motion type	DOF	Motion range	Speed	Pay load
Wrist	Roll	1	180° (-90°~+90°)	17°/sec	1.5kg
	Pitch	1	60° -30° +30°		
	Yaw	1	30° (-15°~+15°)	17°/sec	
Fingers	Flexion & Extension	1	60°	15°/sec	

4. 결 론

본 연구에서는 생체 모방학과 트리즈를 활용하여 새로운 형태의 보급형 서비스 로봇 손을 제시하였다. 인체 손의 근골격계 분석을 바탕으로 로봇의 상박에 인체의 근육 역할을 하는 전기 모터와 스크루-너트-스프링 조합기구를 설치하였다. 손가락의 운동자유도는 실제 손가락의 운동 분석에 기초하여 1 자유도로 단순화하였다. 1 차 모델을 통하여 발견된 문제는 트리즈의 모순 분석을 통하여 해결하였다. 개발된 최종 모델은 연동되어 있는 세 개의 손가락의 굽힘과 펼침의 1 자유도, 손목의 roll, pitch, yaw 의 3 자유도 등 총 4 자유도로 이루어져 있으며 다양한 물체에 대한 과지와 동작 실험을 통하여 응용 가능성을 확인하였다. 표준 부품의 사용으로 제조비용을 최소화하였고 단순하고 개방된 구조로 보수 및 유지가 용이하다.

후 기

이 논문은 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국 연구 재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2010-001641)입니다.

참고문헌

(1) Sakagami, Y., Watanabe, R., Aoyama, C., Matsunaga, S., Higaki, N. and Fujimura, K., 2002, "The Intelligent ASIMO: System Overview and Integration," 2002 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Vol.1-3, Proceedings, pp.

2478~2483.  
 (2) Park, I. W., Kim, J. Y., Lee, J. G. and Oh, J. H., 2007, "Mechanical Design of the Humanoid Robot Platform: HUBO," *Advanced Robotics*, Vol.21, No.11, pp.1305~1322.  
 (3) Tuffield, P. and Elias, H.,2003, "The Shadow Robot Mimics Human Actions," *Industrial Robot-an International Journal*, Vol. 30, No. 1, pp.56~60.  
 (4) Borst, C., Fischer, M., Haidacher, S., Liu, H. and Hirzinger, G.,2003, "DLR Hand II: Experiments and Experiences with an Anthropomorphic Hand," 2003 Ieee International Conference on Robotics and Automation, pp. 702~707.  
 (5) Kawasaki, H.,Shimomura, H. and Shimizu, Y.,2001, "Educational-Industrial Complex Development of an Anthropomorphic Robot Hand 'Gifu hand'," *Advanced Robotics*, Vol. 15, No. 3, pp. 357~363.  
 (6) Chi, H. J., Lee, S. H., Choi, B. J. and Choi, H. R. ,2006, "Design of a Dexterous Anthropomorphic Robot Hand," *Trans. of the KSME (A)*, Vol.30, No. 4, pp. 357~363.  
 (7) Ahn, S. I., Oh, Y. H. and Kwon, S. J., 2008, "Design of a Humanoid Robot Hand by Mimicking Human Hand's Motion and Appearance," *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, Vol.14, No. 1, pp. 62~69.  
 (8) Michael, S., Erik, S., Udo, S. and Edward, L., 2006, *Atlas of Anatomy: General Anatomy and the Musculoskeletal System*, Thieme, New York, pp. 274~283.  
 (9) Hwang, C. S., 2005, "Evaluation and Design for Joint Configurations Based on Kinematic Analysis," *Trans. of the KSME (A)*, Vol.29, No. 2, pp. 176~187.  
 (10) Hsieh, H. T. and Chen, J. L., 2010, "Using TRIZ Methods in Friction Stir Welding Design," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol.46, No. 9~12, pp. 1085~1102.  
 (11) Cho, C. H. and Kim, K. H., 2010, "Product Development with TRIZ: Design Evolution of Deburring Tools for Intersecting Holes," *Journal of Mechanical Science and Technology*, Vol.24, No. 1, pp. 169~173.  
 (12) Kim, K. H., Ko, H. K. and Cho, C. H., 2009, "Rotational Device for Robots and a Robot Arm Using the Same," *Korean Patent Application*, 10-2009-0057027.  
 (13) Kim, K. H., Ko, H. K. and Cho, C. H., 2009, "Robot Arm," *Korean Patent Application*, 10-2009-0057030.  
 (14) Kim, K. H., Ko, H. K. and Cho, C. H., 2009, "Grasping Structure for Robots," *Korean Patent Application*, 10-2009-0057033.