

교구로봇 호환성을 위한 체결구 부품 설계에 관한 연구

A Study on Designing Key Fastening Parts for Compatibility of Teaching-Aids-Robots

문 전 일[†], 류 영 선¹, 안 진 응²

Jeon Il Moon[†], Youngsun Ryuh¹, Jinung An²

Abstract This paper deals with researching and designing the fastening parts to be used in order to assemble various Teaching Aids Robots (or Hands-on Robots) with originally incompatible parts supplied by different manufacturers. The suggested fastening parts provide the compatibility among Teaching Aids Robots even though the educational robot customers use incompatible parts from different companies. The designed fastening parts are classified into four set groups such as frame set, sliding-bar set, connector set, and set of chuck and rivet/bolt. Each set of the fastening parts reflects the needs collected from the users, and then some portion of new idea has been added to implement the needs. In this paper, the examples of the Teaching Aids Robots which are assembled with both commercial parts and the designed parts are presented in order to evaluate the compatibility and usability of the suggested fastening parts. As a result, both compatibility and usability of the fastening parts suggested in this paper were proved. The designed fastening parts have been distributed to more than 100 elementary schools nationwide.

Keywords : Educational Robot, Teaching Aids Robot(or Hands-on Robot), Fastening Parts, Compatibility, Pilot Project for Hands-on Robot

1. 서론

교육용 로봇은 교육을 보조하거나 교보재로 사용되는 로봇의 하드웨어, 소프트웨어, 콘텐츠 및 관련 서비스와 이를 운영하기 위한 시스템으로 정의한다. 교육용 로봇을 기능별 용도에 따라 교사 보조용 로봇, 교보재용 로봇, 그리고 엔터테인먼트용 로봇으로 분류 한다^[1]. 교사 보조용 로봇은 학습 콘텐츠의 정보전달, 상호작용 및 원격교육에 의한 학습 등을 통하여 교사를 대신하거나 교육을 보조하는 로봇을 말하며, 교보재용 로봇은 로봇기술교육 및 경진대회, 일반 교과과정의 흥미유발, 관련 과목의 실습 및 검증

등을 위해 활용되는 로봇이고, 엔터테인먼트용 로봇은 여가지원 및 건강증진을 위해 활용되는 로봇이다.

본 논문은 교육용로봇 중에서 교보재용 로봇(또는 교구로봇)에 중점을 두고 전개해 나간다. 국내 교육용로봇 중에서 경진대회 및 방과 후 교육 등에 활용되고 있는 교보재용 로봇 시장이 매년 74% 성장하는 단계이나 시장을 장악하고 있는 교보재용 로봇의 기본플랫폼 간에 표준화가 부재하여 상용 교구로봇 간의 호환성이 미흡한 관계로 교육적 활용범위의 한계를 노출하고 있다. 방과 후 교육에서 교육과정 변경으로 인해 A사의 로봇에서 B사의 로봇으로 바뀔 경우 사용자 입장에서는 기존의 로봇 부품을 사용하지 못함으로써 구매 결정에 소극적이며, 공급자 입장에서는 교보재용로봇 시장 확산을 가로막는 가장 큰 장벽이라 할 수 있다^[2]. 그림 1에 정의된 용어를 기준으로 동일한 기능의 부품에 대한 치수 사양을 비교해 보면 표 1은 공급업체가 다르면 상용 교구로봇의 부품 간에 호환성이 없음을

Received : Jul.20.2010; Reviewed : Dec.30.2010; Accepted : Jan.17.2011

※ 이 논문은 교육과학기술부 및 대구경북과학기술원(DGIST) 기관교유사업의 일환으로 수행되었음.

※ 이 논문은 지식경제부 지능형로봇 보급 및 확산사업 중의 “교육용 로봇 시범교육사업”의 일환으로 수행되었음.

[†] 교신저자 : 대구경북과학기술원 책임연구원(jimoon@dgist.ac.kr)

¹ 한국생산기술연구원 수석연구원

² 대구경북과학기술원 팀장

표 1. 일부 로봇부품 치수 비교 (단위: mm)¹³⁻¹⁴⁾

회사명	홀간 거리	홀 크기	마운트 홀간거리
A사	6	4	-
B사	12.6	4.15	10
C사	10	-	10
D사	6.35	4	5
E사	13	3	10.5
기타	8	5	-

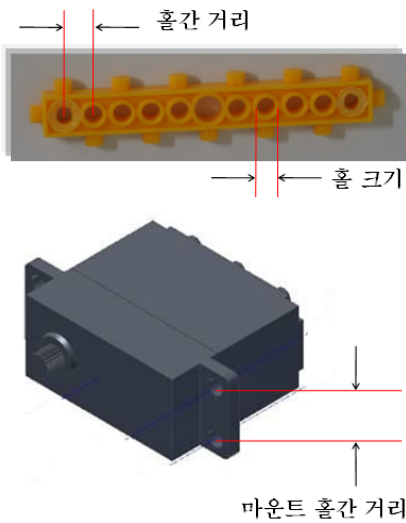


그림 1. 홀(Hole)관련 용어 정의 사례

보여주고 있다. 즉, A사 블록 부품의 홀 사이 거리와 홀 크기가 6mm와 4mm인 반면, B사 부품의 홀 사이 거리와 홀 크기는 12.6mm와 4.15mm로 다른 회사의 교구로봇 제품 간에는 부품을 호환해서 사용할 수가 없는 실정이다.

따라서, 소비자가 서로 다른 교보재용로봇¹⁴⁾을 이용하더라도 부품 간에 원활한 호환 사용과 동작을 가능하게 하는 공통 부품 또는 호환성을 위한 체결부품이 필요하다. 일부 상당히 유사한 제품 간의 부품호환이 가능함을 보여주는 사례¹⁷⁾가 있지만 이들 부품은 호환성을 위해서 설계된 체결구 부품이 아닌 관계로 다양한 제품 모델 간에 호환에 한계가 있다. 로봇 하드웨어 구성 및 인터페이스에 대한 제안¹⁸⁾을 하는 경우도 있지만 주로 전자적인 하드웨어 구성과 인터페이스를 다루고 있다. 현재까지 다양한 상용 교구로봇 부품간의 호환체결을 가능하게 하는 체결구 부품에 대한 연구 또는 설계에 대한 결과가 거의 없는 실정이다.

본 논문에서는 초기시장을 형성중인 교보재용 로봇의 기본 플랫폼을 교육 목적에 맞추어 표준화를 하기에 앞서 사전 단계로써 호환용 체결구 부품을 제시함으로써 교보재용 로봇 산업의 수요확산과 시장창출을 견인하고자 한다.

2장에서는 교구용 로봇 간의 호환성을 제공할 체결구 부품에 대한 설계 목표를 제시한다. 그리고 3장에서는 본 연구에서 제안하는 체결구 부품에 대한 상세설계 내용을 다루며, 4장에서는 서로 호환성이 없는 여러 회사의 교구로봇 부품과 본 연구에서 설계된 체결구 부품을 혼합 사용하여 조립 호환성을 검증하였으며, 마지막으로 5장에서 결론 및 향후 연구 방향을 정리하였다.

2. 체결구 부품 설계 목표

상용 교구로봇은 각 제조사가 제공하는 부품의 특성에 따라 체결방식이 정해지게 되며, 체결방식에는 블록형태의 부품간 체결방식(예: 레고 블록), 볼트와 너트를 이용한 체결방식, 그리고 리벳을 이용한 체결방식 등이 있다. 체결방식이 상이한 교구로봇 사이에 호환성 있게 조립이 가능하도록 체결구 부품을 아래와 같이 크게 3가지 부품그룹으로 분류해서 연구 및 설계를 수행했다. 단, 인터페이스 호환을 위해서 필요한 체결용 부품의 개수는 최소화 했으며, 복합 인터페이스 방식으로 무한 확장과 다양한 체결 가능성에 대비한 설계를 수행했다.

- 타사 블록간 호환 체결을 위한 인터페이스 프레임 설계
- 컨트롤러와 주요 부품간 연결 호환을 위한 커넥터 설계
- 모터와 바퀴간 호환연결을 위한 연결축 설계

위의 각 부품 그룹에 대해서 설계 목표를 구체화하면 아래와 같다. 각각의 목표에 부합하는 체결구 부품 설계에 대한 상세한 내용은 3장에서 다룬다.

2.1 타사 블록간 호환 체결을 위한 인터페이스 프레임 설계

2.1.1 프레임 세트 (Frame Set)

- 자유각을 이용한 결합이 가능하도록 호환 부품 설계 (135°굴절 등 자유로이 각을 조절하여 결합하기 위한 체결용 부품 설계)
- 타사 블록간 수평 결합용 프레임 부품 설계

◎ 프레임세트

- ①자유각 ②수직프레임
- ③수평프레임 ④직각프레임

로봇을 구성하는 몸체를 제작 할 때 사용합니다. (기존의 제품과 함께 사용할 수 있습니다.)



그림 2. 로봇 블록 간 결합용 프레임 세트

- 타사 블록간 수직 결합용 프레임 부품 설계 (DC모터 호환 체결 시 사용, 서보모터 마운트 체결시 사용, 기타)

2.1.2 슬라이딩 바 세트 (Sliding Bar Set)

- 슬라이딩 요철블록의 원터치 잠금(One-touch Lock) 결합 방식 채용
- 픽앤플레이스(Pick & place) 방식으로 타사 부품 간 조립시간 단축 및 체결력 강화

◎ 슬라이딩 바세트

- ①요철 블록3종
- ②홀 블록3종
- ③슬라이드바
- ④슬라이드락세트2종

블록형 및 프레임형 교구와 사용이 가능하며 홀의 크기가 3, 4, 5mm로 구성되어 있어 기존의 교구와 함께 사용하여 로봇의 몸체를 구성할 수 있습니다.



그림 3. 로봇 블록 간 결합용 슬라이딩 바 세트

2.2 컨트롤러 모듈과 주요 부품간 연결 호환을 위한 체결구 커넥터 부품 설계

- 커넥터 큐브 및 컨트롤러 연결 커넥터 설계
- X사 모터와 Y사 컨트롤러를 호환되게 연결하는 체결용 커넥터 부품 설계
- X사 센서와 Y사 컨트롤러를 호환되게 연결하는 체결

◎ 호환 커넥터

- ①호환모듈 ②모듈케이스
- ③와셔 ④볼트
- ⑤연결케이블

모터와 센서 보드등을 호환하여 사용할 수 있습니다. 특히, 로봇의 종류에 따라 P.C.B를 케이스에서 분리하여 사용할 수 있도록 케이스 연결볼트를 이용하여 탈착이 가능합니다.



그림 4. 로봇제어부와 모터/센서간 결합용 커넥터세트

구 커넥터 부품 설계

2.3 모터와 바퀴간 호환연결을 위한 체결용 부품 및 모듈 설계

- X사 모터와 Y사 바퀴를 연결할 경우 호환연결이 가능하도록 체결용 축 설계
- 척과 테이퍼링을 이용하여 바퀴축과 모터축이 다른 이종간 축 결합이 가능하도록 설계

◎ 연결척세트 & 리벳볼트류

- ①볼트 ②너트 ③링 2종
- ④4척, 테이퍼너트
- ⑤축 연결대 ⑥연결볼트

모터와 바퀴를 호환, 서로 다른 모터와 바퀴를 사용할 때 볼트, 너트를 이용하여 고정합니다. (모터축이 작은 제품은 연결대를 이용하여 보다 나은 연결력을 얻을 수 있습니다.)



그림 5. 로봇 모터와 바퀴 간 결합용 부품 세트

3. 체결구 부품 상세설계 내용

3.1 타사 블록간 호환 체결을 위한 인터페이스 프레임 설계

3.1.1 프레임 세트 (Frame Set)

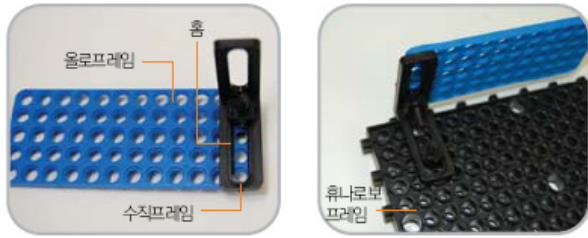
- 1) 자유각을 이용한 결합이 가능하도록 호환 부품 설계
수평 결합용 프레임 또는 수직 결합용 프레임 처럼 특정 각도로 고정된 체결부품과 다른 자유로이 각을 조절하여 (135°굴절, 45°굴절 등) 부품간 결합이 가능하도록 하기 위한 체결용 부품을 설계한다.

2) 수직 결합용 프레임

타사 블록간 수직 결합시 사용하며, DC모터 또는 서보



그림 6. 자유각 결합용 프레임 부품



- ① 올로프레임에 볼트를 끼우고 너트를 돌려서 고정한다. (너트의 홈이 난 부분이 프레임 바의 홈쪽으로 향하도록)
- ② 휴나로보프레임의 프레임을 볼트로 고정한다.

그림 7. 수직 결합용 프레임 부품

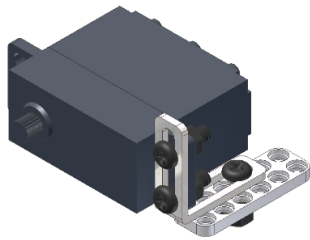


그림 8. 수직 프레임 부품을 사용하여 X사 모터와 Y사 블록을 결합한 예

모터를 프레임에 체결시 사용할 수 있도록 설계한다.

3) 수평 결합용 프레임

타사 블록간 수평 결합시 사용하며, 부품의 최소화를 위해 범용적으로 사용이 가능하도록 슬라이딩 홀 형태로 설

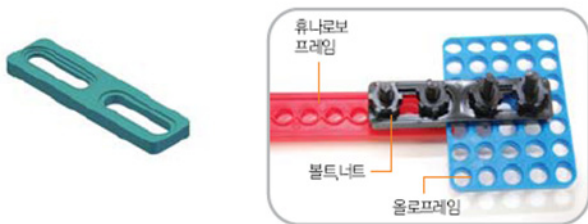


그림 9. 수평 결합용 프레임 부품

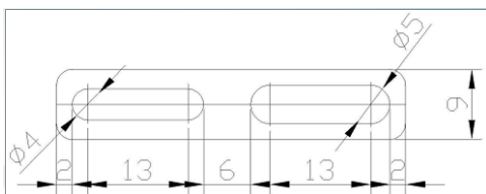


그림 10. 수평 결합용 프레임 설계 치수

계 제작한다.

수평 결합용 프레임 부품의 주요 치수는 다음과 같다.

가) 슬라이딩 홀과 홀의 크기

상용 교구로봇들의 블록 부품은 홀 크기와 홀간 거리가 제조공급업체마다 다르다(표 1 참조). 이러한 문제점을 해결하기 위하여 슬라이딩 형태의 홀을 채택해서 설계하였다. 홀 크기의 경우 홀간 거리가 가장 큰 E사의 홀간거리 13mm를 채택했다.

나) 홀의 지름

홀 지름의 경우 3mm, 4mm 그리고 5mm의 경우가 있으므로 오른쪽 홀의 지름은 가장 큰 홀 지름($\phi 5$)을 기준으로 하여 5mm와 4mm의 볼트를 체결할 수 있도록 하였으며, 왼쪽 홀의 지름($\phi 4$)은 4mm와 3mm의 볼트가 호환될 수 있도록 설계했다.

다) 두께

개발된 연결 프레임은 볼트 체결 방식으로서 프레임의 재질을 무해 경화 플라스틱을 사용해서 사출을 했으며 최적의 견고성과 조립 후의 심미성을 고려하여 두께를 2mm로 채택했다.

라) 홀간 거리

가장 작은 치수인 A사를 기준으로의 설계.

3.1.2 슬라이딩 바 세트 (Sliding Bar Set)

모든 교구를 호환시키기 위한 호환용 블록을 개발할 경우 홀과 요철, 홀간 거리, 요철간 거리를 만족시키기 위한 형태는 개수가 무한히 늘어날 것이다. 이러한 문제점을 해소하기 위하여 가이드 바(공통)와 주요회사의 블록을 대상으로 최소한의 슬라이딩 블록을 제시하여 설계 하였다.

- 구조 : 요철이 있는 슬라이딩 블록과 가이드 바를 결합하여 사용하는 방식이며, 결합 후 고정을 위하여 슬라이딩 요철블록의 원터치 잠금(One-touch Lock)이 가능하도록 설계
- 슬라이딩 블록 : 윗면 요철은 교구별 크기에 맞도록($\phi 3 \sim \phi 5$) 다양하게 제작
- 잠금(Lock) : 편심 축을 중심으로 180도 이동이 가능한 잠금장치 사용

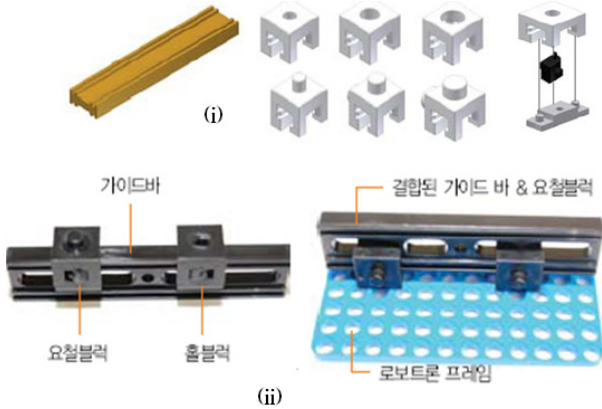


그림 11. 타사 블록간 결합용 슬라이딩 바 세트 (i) 슬라이딩 바, 요철 블록, 고정용 락 세트 (ii) 조립된 슬라이딩 바 세트를 사용하여 블록을 체결한 사례

3.2 컨트롤러 모듈과 주요 부품간 연결 호환을 위한 체결구 커넥터 부품 설계

3.2.1 커넥터 큐브(호환모듈) 및 컨트롤러 연결 커넥터 설계

X사 모터 또는 센서와 Y사 컨트롤러를 호환되게 연결하는 체결용 커넥터 부품 설계했다.

즉, X사 모터의 커넥터 단자가 Y사 제어부 모듈에 접속이 맞지 않을 경우 호환모듈로 사용한다.

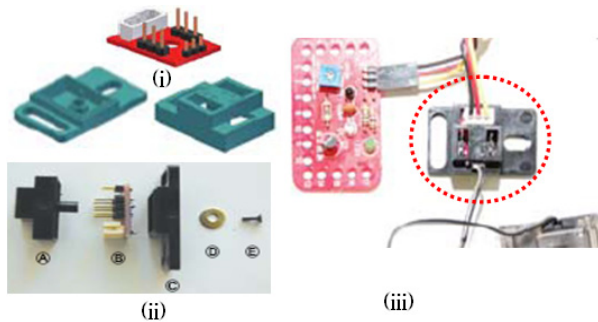


그림12. 로봇제어부와 모터/센서간 결합용 커넥터세트 (i) 커넥터 모듈과 상하 케이스 (ii) 체결구 커넥터 조립순서 (iii) 완성모듈기반 제어부와 모터간 연결 예

3.3 모터와 바퀴간 호환연결을 위한 체결용 부품 및 모듈 설계

3.3.1 척과 테이퍼링 구조를 이용하여 바퀴 축과 모터축의 직경이 다른 경우에도 축 결합이 가능하도록 설계 척 구조(4척, 4개의 팔로 이루어짐)를 채용한 배경 및 아

이디어는 다음과 같다. 공작기계 선반의 경우에 원형으로 빠르게 회전하는 공작물을 장착하고 고정하는 용도로 척을 사용하는데, 척은 일반적인 장착용 공구에 비해서 잡는 힘이 강하고 흔들림이 적게 발생한다. 이를 응용하여 모터와 모터 축을 연결하는데 척 구조를 이용하게 되면 모터의 동력을 정확하게 축을 통해 바퀴로 전달할 수가 있다. 그림 13은 공작기계에 사용되는 척 구조의 사례를 보여 준다.

본 연구에서 제시되고 설계된 척 구조는 공작기계에서 사용되는 척 구조를 변형하여 그림 14에서 보는 바와 같이 양쪽방향으로 척 구조를 설계함으로써 서로 다른 회사의 모터와 바퀴를 연결할 경우에도 호환연결이 가능하도록 체결용 척과 너트를 설계했다.

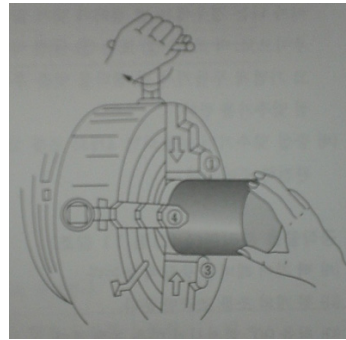


그림 13. 공작기계에 사용되는 척 사례

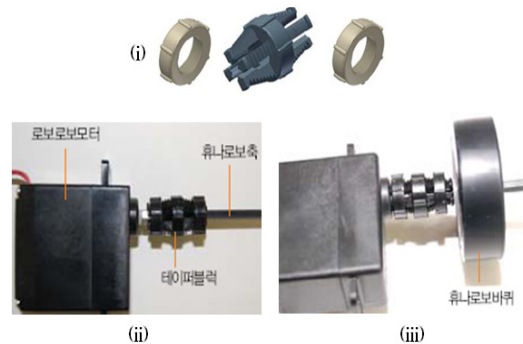


그림 14. 모터와 바퀴 간 결합용 부품 및 모듈 (i) 테이퍼 너트와 척 테이퍼 블록 (ii)(iii) 조립된 척형의 결합 모듈을 사용하여 X사 모터와 Y사 바퀴축/바퀴 연결한 사례

3.3.2 블록 간의 조립 및 체결용 볼트/너트, 리벳류 설계

체결용 리벳 부품의 경우는 픽앤플레이스(Pick & place) 방식으로 타사 부품 간 조립시간 단축 및 체결력 강화가 가능하도록 설계 했다.

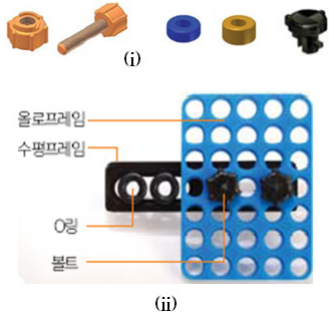


그림 15. 제조사가 다른 블록 간 조립을 위한 체결용 볼트 및 리벳 부품 (i) 체결에 사용되는 볼트, 너트, 링 및 리벳 (ii) 상기 체결용 부품을 사용한 블록조립 사례

4. 교구로봇 조립 및 검증

서로 다른 교구로봇 제조업체의 부품들과 본 논문에서 설계한 체결구 부품들을 조합해서 검증한 여러 형태의 로봇 중에서 2가지 경우의 교구로봇의 예를 그림 16와 그림 17에서 보여 주고 있다. 각각의 로봇은 서로다른 4개회사의 부품과 본 연구에서 설계된 체결구 부품을 호환성 있게 사용하여 조립되고 검증되었다.

지식경제부 지원 사업으로 수행한 “교육용로봇 시범교육사업”은 다수의 교육용 로봇 업체들이 참여했으며, 로봇 부품은 각 업체들이 생산판매하고 있는 각사 고유의 부품을 사용한 반면 교재는 지식경제부에서 지정한 공통 교재를 사용했다. 그림 16(선풍기 로봇)과 그림 17(장애물 회피 로봇)은 본 논문이 임의적으로 조립한 로봇이 아니고 공통

제품명	기존 부품	체결구 부품
올로 (로보티즈)	프레임 모터	슬라이딩 블록
타미 (로보트론)	바퀴 프레임	수직 프레임
블랙 로보 (로보로보)	휠 건전지 케이스	요철 블록
휴나 로보 (SRC)	프레임 보드	볼트 너트
		커넥터 블록
		전원케이블

그림 16. 선풍기로봇 조립모습 및 사용 부품 리스트

제품명	기존 부품	체결구 부품
올로 (로보티즈)	모터	슬라이딩 블록
타미 (로보트론)	볼트 너트 전원케이블	수평 프레임
블랙 로보 (로보로보)	메인 보드 센서	요철 블록
휴나 로보 (SRC)	프레임	볼트 너트
		커넥터 블록
		전원케이블

그림 17. 장애물회피 로봇 조립모습과 부품 리스트

교재에 등록되어 있는 로봇 중에서 복잡한 모델을 추출해서 상기 회사들의 부품과 본 논문에서 설계 제시한 체결부품을 혼합해서 조립하고 작동을 검증했다는 것을 의미한다. 즉, 공급사들이 각자 자사의 부품만을 사용해서 공통교재의 로봇 모델을 조립한 경우와 본 논문에서 혼합부품으로 동일 로봇모델을 조립하고 작동한 경우를 비교 검증했을 때 학교 현장에서 사용상에 문제가 없음은 물론 체결부품을 포함한 혼합부품을 사용한 경우가 호환성이 높음을 나타낸 것이다. 상기와 같은 과정으로 여러 형태의 교구로봇을 조립하고 검증을 통과함으로써, 본 연구에서 설계한 체결구 부품세트를 현재 전국 100여개의 초등학교에 배포하여 사용 중에 있다.

결과적으로, 현재 시장상황에서 보면 서로 다른 업체의 교구로봇 간에는 부품호환성이 거의 없으므로 한 개 업체의 부품만을 사용해야 하는 현실에서 본 논문에서 제시한 체결구 부품을 사용하게 되면 사용자 입장에서는 모든 부품간에 호환성을 갖게되므로 교구로봇 부품의 활용도를 높이게 된다.

5. 결론

본 논문에서 제안하고 설계한 체결구 부품은 4개 세트 그룹 (프레임 세트, 슬라이딩 바 세트, 호환 커넥터 세트, 연결용 척 및 리벳볼트 세트)으로 구성되어 있다. 각 체결구 세트는 상용 교구로봇 사용자로부터 수집한 요구사항

을 바탕으로 아이디어를 구체화하는 연구 및 설계 과정을 거친 결과이다. 본 논문에서 제안하고 설계한 체결구의 호환성을 평가하기 위하여 상용화되어 판매되고 있는 여러 업체의 교구로봇 부품들과 체결구를 조합하여 교구로봇을 제작한 사례를 제시하였다. 결과로써, 본 논문에서 연구 설계한 체결구 부품들의 사용성과 호환성을 입증하였고, 현재 전국 교구로봇 시범교육사업 대상학교인 100여개 초등학교 방과후 학교에 배포되어 사용 중이다.

본 연구의 기대효과로는 서로 다른 업체에서 제조 공급하는 교구로봇 부품간의 호환성을 제공함으로써, 여러 업체의 교구로봇 부품들을 보유하고 있는 경우에 부품을 혼합하여 호환사용이 가능하다. 부품분실 또는 파손으로 인하여 필요한 부품이 부족한 경우에도 체결구 부품을 사용하여 호환시킴으로써 부품부족 문제 해결이 가능하다. 향후 과제로는 교구로봇의 공통 부품을 추출하고 이들 부품을 표준화시킴으로써 교구로봇 공급업체와 사용자 모두가 윈윈이 될 수 있는 과정이 필요하다.

참고문헌

- [1] 지능형로봇 사업단, “교육용로봇 현황 및 발전방향”, 2008년.
- [2] 김덕관, 류영선, 한정혜, “초등 방과후학교 교구로봇 시범사업 현황 분석”, 한국정보교육학회 논문지, 제 14권, 제1호, pp. 79-87, 2010
- [3] 문전일, “교육용로봇 제품화 지원 사업 구축을 위한 교보재용로봇 조사 및 분석”, 한국생산기술연구원, 보고서, 2009년 2월
- [4] 문전일, “교구로봇 호환성을 위한 체결부품 설계 연구”, 한국생산기술연구원, 보고서, 2009년 12월
- [5] 문전일, “교구로봇 부품 형태 연구”, 한국생산기술연구원, 보고서, 2010년 4월
- [6] 월간로봇, “교육용 로봇으로 창의성 높여보자”, http://www.ebuzz.co.kr/content/buzz_view.html?ps_ccid=79467, 2009년
- [7] 과학상자, “창의/사고력을 길러주는 조립교구”, <http://blog.naver.com/mlkshl/90090073144>, 2010년
- [8] 권갑순, “초등학교 로봇교육을 위한 로봇 하드웨어 구성 및 인터페이스의 제안”, 인천대학교, 학위논문 (석사), 2009



문 전 일

1984 서울대학교 기계설계학과(공학사)
 1986 한국과학기술원 기계공학과(공학석사)
 1998 Syracuse University, Mechanical and Aerospace Engineering(공학박사)

1986~1987 LG전자 로봇개발팀 주임연구원
 1987~2003 LG산전 중앙연구소 로봇개발팀 및 임베디드 시스템 연구팀장
 2004~2006 LS산전 중앙연구소 소장
 2007~2010 호서대학교 로봇공학과 교수
 2011~현재 대구경북과학기술원
 관심분야 : Embedded System Control, 로봇 적용 Domain Knowledge 및 로봇 작업 기술, 의료로봇 안전 및 성능 표준화
 E-mail : jimoon@dgist.ac.kr



류 영 선

1997 서울대학교 바이오시스템 공학박사(로보틱스)
 ~2000 (주)삼주기계 기술연구소 소장
 ~2003 로보랜드(주) 대표이사
 2003~현재 한국생산기술연구원

수중로봇개발단 단장, 과학기술연합대학교 대학원 교수
 관심분야 : 생체모방공학, 수중로봇, 재활복지
 E-mail : ysryuh@kitech.re.kr



안진웅

1997 한국과학기술원 기계공학
학과(석사)

2005 한국과학기술원 기계공학
학과 (박사)

2005~2008 광운대학교 정보제
어공학과 교수

2008~현재 대구경북과학기술원 실용로봇연구소장

관심분야: 로봇교육, 의료·재활로봇, 생체모방로봇

E-mail : robot@dgist.ac.kr