

논문접수일 : 2011.12.24

심사일 : 2012.01.05

게재확정일 : 2012.01.21

거대 로봇의 관절 리디자인(Re-design) 연구

- 1970년대 국내 거대 로봇, '황금날개 3호 청동거인'을 중심으로 -

Re-Design of Super Robots Joints

- Focused on Korean Super Robot, 'Gold Wing, the 3rd TALOS' in 1970's -

김 치 훈

상명대학교 예술대학 만화·디지털콘텐츠학부 교수

Kim chee-hoon

Sangmyung University

* 본 논문은 2011년도 상명대학교 학술지원사업의 지원에 의한 결과임

1. 서론

- 1.1 연구 배경
- 1.2 연구의 제한 및 방법

2. 로봇 관절의 역할과 유형 분석

- 2.1. 인체 관절의 접합 형태
- 2.2. 70년대 거대 로봇의 관절
- 2.3. 리얼 로봇의 관절

3. 피규어 로봇의 관절

- 3.1. 반다이 초합금혼
- 3.2. 카이요도 리볼텍

4. 국내 거대 로봇 관절 리디자인

5. 결론 및 향후 연구방향

참고문헌

논문요약

1970년대 디자인된 거대로봇의 경우 셀 애니메이션 제작 하에서는 모든 동작 구현이 가능했다. 더욱이, 당시에는 관절이나 몸의 움직이는 범위를 세심하게 설계할 필요성을 느끼지 못했다.

그러나 오늘날 3D 애니메이션으로 당시의 거대 로봇 디자인을 그대로 사용해서 작업해야 하는 경우에는 관절과 관절의 무수한 간섭 혹은 상충 현상이 나타나기 때문에 자연스럽게도 격렬한 격투 동작을 표현하는데 한계가 따른다.

결국 로봇의 원형을 최대한 유지하는 것을 전제로 관절의 재설계(Redesign)를 통해 이러한 문제점을 보완해야한다. 따라서 본 연구는 인체관절을 분류하여 특징을 알아보고, 거대 로봇에 적용될 수 있는 관절을 도출한다. 그리고 원형 디자인을 유지하면서도 자유로운 동작이 가능한 반다이(Bandai)와 카이요도(Kaiyodo) 피규어(Figure) 모델을 리서치한 후 적용할 수 있는 관절을 국내 거대 로봇 중 '황금날개 3호 청동거인'에 맞게 수정하고 이식하여 원형 유지와 함께 최대한의 활동범위를 확보한다.

이로 인해 3D 애니메이션 제작과 함께 피규어 산업의 효율성도 높일 수 있을 것으로 기대한다.

주제어

거대 로봇, 관절 리디자인, 피규어, 3D 그래픽

Abstract

There was not any problem to animate the various motion and action of 1970's super robots in cell animation. It was not necessary to consider about rotational and sliding joints that defined the range of the movement for robots at that time.

However, the careless joints of the robots bring the trouble making 3D animation today. It is impossible to realize active movement or fighting action for the original designed 1970's super robots because the joints should be interference or collision each other when they rotate.

For the best solution, the joints of the super robot must be re-designed in retaining its original form. This study is categorized and characterized about human body's joints then it is applied for super robots' joints. This is researched about joints of robot toys or action figures such as Bandai and Kaiyodo ones and it will be applied the newly designed the joints for the original 1970's Korean super robot, 'Gold Wing, the 3rd TALOS'. It will not only raise the efficiency of the process of 3D animation but also share with toy industries.

Keyword

Super Robots, Joints Re-Design, Action Figure, 3D Graphics

1. 서론

로봇은 체코어로 노동을 하다는 robota에 어원을 가지고 있으며 체코 작가 카렐 차페크(Karel Čapek, 1920)의 희곡 로섬의 인조인간(Rossum's Universal Robot)에서 최초로 사용되었다.

이는 인간을 대신하여 일을 대신하는 형태로 시작되어 많은 SF 장르의 주요 소재로 등장하고 있으며, 애니메이션에서는 이야기 전체를 이끌고 가는 절대적인 주인공의 역할을 한다.

특히, 1970년대에 제작된 대한민국과 일본 태생의 로봇들은 인류의 편에서 정의를 수호하는 영웅적인 면모를 강하게 가지며, 사람과 유사한 형태를 가지고 강철의 단단함과 각종 무기로 무장하여 초인적인 힘을 발휘했기 때문에 시청자나 독자의 감정 동화를 쉽게 얻을 수 있었다.

1.1. 연구 배경

사람의 모습을 가지고 있기에 관절의 역할도 사람과 유사하나 강철의 몸에 사람과 동일한 관절은 강철의 접힘 혹은 겹침 현상으로 일정 부위 이상 회전반경을 가질 수 없음에도 불구하고 핸드 드로잉에 의한 셀 애니메이션으로 제작되었기에 무리 없이 화려한 액션을 모두 연출 할 수 있었다. 그러나 70년대 로봇의 디자인은 사실상 화려한 행동을 하기에는 관절의 기능이 초보적이어서 원래의 의도대로 움직임에 갖기에는 역부족이다. 특히 오늘 날의 일반적인 3D 모델링 기술로 로봇의 원형을 변형 없이 사용하면 관절의 간섭 현상으로 효율적인 작업을 기대하기 어렵다. 이러한 이유로 2000년대 들어서 복고와 리메이크 트렌드에 의해 최신의 기술로 재제작 되는 거대로봇 계열의 애니메이션과 피규어(Action Figure)의 경우 기존의 로봇 원형은 최대한 유지하되 관절을 리디자인(redesign)하여 로봇의 활동성을 높이고, 3D 제작이나 피규어 산업으로 자연스럽게 연계되고 있다.

이에 피규어 산업의 최신 관절 모델을 분류하고 분석하여 국내의 1970년대 거대로봇에 적용하여 가능성을 알아보는데 본 연구의 목적이 있다.

1.2. 연구의 제한 및 방법

“SF 장르에서 분화된 로봇물, 특히 수십 미터에 이르는 거대한 로봇물은 일본에서 시작된 독특한 그들만의 장르였다.” (박인하, 2004, p.63). 로봇은 보이는 형태에 따라 ‘리얼 로봇(Real Robot)’과 ‘거대 로봇(Super Robot)’ 계열로 분류하는데 이는 일본의 분류

법에 따른 것이며 국내 로봇 애니메이션물이 일본의 영향을 받으며 성장하였기에 아직까지 큰 이견 없이 이와 같은 분류를 따르고 있다.

또한 “거대 로봇은 ‘슈퍼 로봇’으로도 불리는데 탑승자(Pilot)에 의한 로봇의 초인적인 힘으로 정의를 실현한다는 영웅적인 면모(Super Hero)”(안병욱, 2009, p.11)에 의미를 두고 있기 때문이다.

거대로봇 애니메이션은 1963년 철인28호(鐵人28號)를 시작으로 탑승자와 합체 혹은 탑승하는 개념의 시작인 1972년 ‘짱가 (원제: 아스트로 강가 アストロガンガー)’ 이후 TV 애니메이션의 주요 소재가 되었다. 이후 나가이 고(永井豪)의 ‘마징가(マジンガー-Z)’ 시리즈를 통해 사람의 형태를 띤 디자인과 파일럿이 탑승하여 조정하는 형태가 주를 이루게 된다.

리얼 로봇 애니메이션은 이야기 면에서 정치, 경제, 과학이 복잡하게 얽히면서 로봇을 조종하는 파일럿에 초점이 맞추어진 특징이 있고 대표적인 애니메이션이 ‘기동전사 건담(機動戦士ガンダム, 1979)’이다. 디자인 면에서 건담과 같은 리얼 로봇의 외형은 앞선 거대로봇과 달리 관절에 있어 논리적이고 과학적인 접근으로 사실성을 극대화 하였다. 즉, 관절의 회전이나 움직임에 있어 외형의 접합이나 간섭현상이 나타날 수 있는 개연성을 최소화한 것이다.

본 연구에서는 리얼 로봇과 달리 관절의 문제를 내포하고 있는 거대 로봇으로 연구를 제한하며 대한민국 로봇 애니메이션의 황금기를 열었던 1970년대의 국내 거대로봇을 대상으로 한다.

연도	제작자	로봇명
1976	김청기	로보트 태권브이
1976	이정문	칸타우
1977	고유성	로보트 킹
1978	김청기	황금날개3호 청동거인

[표 1] 1970년대 대한민국 거대 로봇 연표

[표1]에서 제시된 거대 로봇 중, 고유성의 ‘로보트 킹’은 일본의 ‘GR2’라는 로봇 디자인 전체를 그대로 도용했기에 본 연구 대상에서 제외한다.¹⁾ 가장 독창적인 디자인으로 기록되는 이정문의 ‘칸타우’는 구체 관절이라는 진보적인 개념의 관절이 이미 도입되어 가동성의 문제에서 가장 자유롭고, 김청기의 ‘로보트 태권브이’는 부활 프로젝트에서 본 연구와 비슷한 맥락에서 디자인이 재검토되고 있으며 가시적 성과물이 발표되고 있기에 앞선 3개의 거대로봇을 제외하고

1) 메인 로봇 디자인이 일본 메카닉 디자인을 그대로 도용했다는 약점을 갖고 있지만, 이야기와 세계관에서는 작가 고유의 순수 창작품으로 당시 열악한 한국 로봇 만화의 수준을 개척한 작품으로 평가받고 있다.

‘황금날개 3호 청동거인’을 대상으로 관절 리디자인을 연구한다.

연구 방법으로는 첫째, 인체관절을 유형별로 분류하여 관절의 접합 형태를 조사하고 관절의 특징을 분석한다. 둘째, 거대로봇의 관절을 분석하여 문제점을 돌출하고 리얼 로봇의 관절 형태와 비교한다. 셋째, 애니메이션의 거대 로봇이 피규어로 제작된 사례를 조사한 후 원형을 유지하면서 관절의 재설계로 가동성이 향상된 로봇 관절을 분석한다. 넷째, 이를 기반으로 1970년대 국내 거대로봇에 적용하여 개선된 관절 디자인을 제시한다.

2. 로봇 관절의 역할과 유형 분석

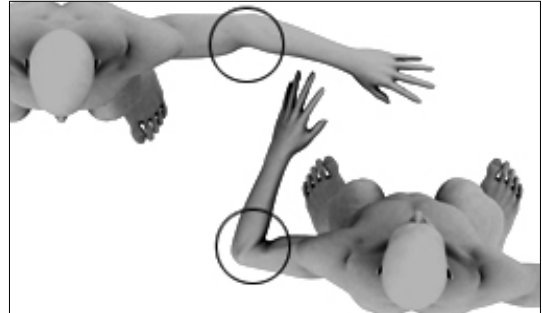
2.1. 인체 관절의 접합 형태

"인체에는 200여개가 넘는 뼈대로 구성되어 있으며 뼈와 뼈의 연결은 관절이 존재하며 근육과 더불어 골격을 갖게 된다." (고재혁, 2008, pp.7-8) 앞서 언급하였듯이 거대로봇은 이와 같은 인간의 형태와 유사한 관절 체계를 가지고 있고 고재혁(2008)은 해부학에 근거를 한 3D Animation에서 관절의 형태를 [표 2]와 같이 분류하였다.

구분	그림	내용
구관절 (Spheroidal Joint)		다른 뼈들을 서로 단단하게 연결시키면서 단 하나의 뼈만이 여러 방향으로 구부러지고 회전한다.
경첩관절 (Hinge Joint)		앞뒤 방향으로 움직일 수 있다. 옆으로 이동이 불가하며 수평축을 따라 한쪽 방향으로 이동한다.
평면관절 (Plane Joint)		모양과 크기가 같은 연속적인 뼈의 형태에 제한적인 움직임을 갖는다.
안장관절 (Sellar Joint)		모든 방향으로 흔들리거나 기울어 질 수 있다.
차축관절 (Pivot Joint)		바퀴처럼 감싸면서 도는 관절로 한쪽 방향으로의 회전이 가능하다.
타원관절 (Ellipsoidal Joint)		움직임이 자유로우나 그 폭이 크지 않다.

[표 2] 인체 관절 종류

사람의 경우 관절이 접힐 때 피부가 [그림1]처럼 자연스럽게 접히게 된다. 뼈대 위에 근육과 피부조직으로 이루어진 인체는 관절의 움직임에 따라 근육과 피부가 수축과 이완을 통해 자연스런 외형을 유지하게 된다.



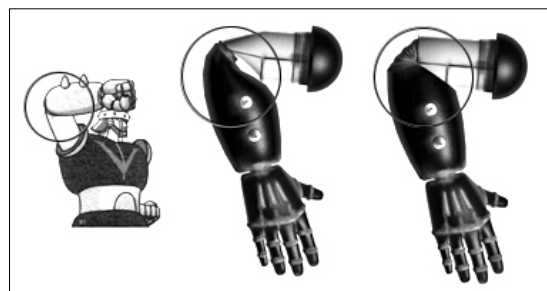
[그림 1] 사람 관절의 회전과 피부 접힘

다양한 인체의 관절 형태 중 로봇 관절에 다방면으로 응용될 수 있는 관절은 구관절과 경첩관절로 피규어 캐릭터에서는 볼 조인트(Ball Joint)와 그 변형된 형태의 관절이 주를 이루고 있다.

2.2. 70년대 거대 로봇의 관절

로봇은 관절이 접힐 경우 사람처럼 피부와 피부가 자연스럽게 겹치는 구조가 아니다. 메탈과 같은 장갑으로 무장된 로봇은 관절의 회전여부와 상관없이 외형의 무장은 사람처럼 접힘 현상이 일어날 수 없다.

[그림2]의 좌측 같은 동작이 수작업 애니메이션과 만화에서는 제약 없이 가능하지만, 3D 애니메이션이나 피규어로 연계될 시에는 ‘외부장갑의 접힘과 간섭’이라는 문제가 발생한다.



[그림 2] 3D 애니메이션으로 재현할 시의 문제점: 셀 애니메이션의 오리지널 동작(좌), 3D의 외부장갑 접힘 현상(중), 3D의 외부장갑 간섭현상(우)

1970년대의 거대 로봇의 경우 관절 디자인을 그대로 사용하면 3D 애니메이션은 물론 피규어 제작에도 매우 한정적인 동작만이 가능하게 된다. 원 디자인의 고무관절은 동작의 범위가 한정적이어서 고난이도의 동작을 자유롭게 구사하기 위해서는 원형을 최대한

보존하면서 동작을 보장할 수 있는 새로운 개념의 관절 디자인이 적용되어야 한다.

앞서 제시한 인체 관절의 분류에서 보이는 무수한 관절을 거대로봇에 적용하기는 무리이며, 세세한 내부의 뼈 움직임을 통해 보여지는 피부의 표현이 아니기에 외형으로 보이는 강철의 파트를 특징별로 도출하여 [표3]과 같이 인체 관절을 적용한다.

구분	적용범위	내용
구관절	머리와 목 배와 골반 가슴과 어깨 어깨와 팔 이하 골반과 다리 이하	지정된 범위 내에서 움직임의 방향에 구애를 받지 않는 자유로운 동작이 가능
경첩관절	목과 가슴 가슴과 배	팔을 제외한 상반신에 해당하는 외형으로 앞뒤로 제한적 움직임을 재현

[표 3] 거대 로봇의 개선된 관절 접합 형태

경첩관절을 거대 로봇의 목과 가슴, 가슴과 배에 적용하면 앞뒤로의 구부림과 접힘은 무리 없으나 좌우로 구부리는 동작은 재현이 불가능할 수 있기에 구관절과의 조합으로 개선할 여지가 있다.

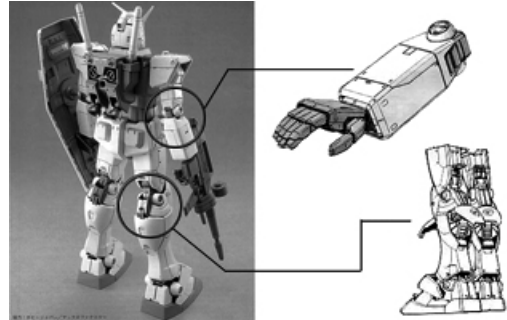
2.3. 리얼 로봇의 관절

로봇 디자인부터 세계관까지 거대 로봇과는 차별화되는 '기동전사 건담'의 등장으로 '리얼 로봇' 계열이 본격화된다. 로봇 형태만 보면 이족보행을 하는 사람의 형태를 가지고 있는 것은 동일하나, 관절부분이 볼트와 너트로 결합되어 있어 로봇의 이미지를 강조한다. 합체로봇이 해결하지 못한 관절의 접근이 보다 현실화되었고 논리적인 접근으로 리얼리티를 구현한 것이다.

'리얼'이라는 단어가 상징하는 현실감은 로봇의 외형 디자인에 국한되지 않고 이야기와 인물 묘사에도 인간사와 같은 정치, 경제, 인종 갈등 등의 요소들이 가미되어 로봇이 왜 존재하는지, 병기로서의 전략 기술적 가치 등 세계관 자체가 기존의 거대 로봇과는 차별화된 것이다. 이는 기존의 로봇 애니메이션의 개념을 바꿔놓기 충분했다. 권선징악 형태의 흑백 논리에서 벗어나 쌍방의 세계관과 가치관이 충돌하여 일어나는 갈등을 객관적 시각으로 묘사하고 단순한 히어로성 로봇이 아니라, 모빌슈트(Mobile Suit)라는 하나의 병기로 취급하고 있다.

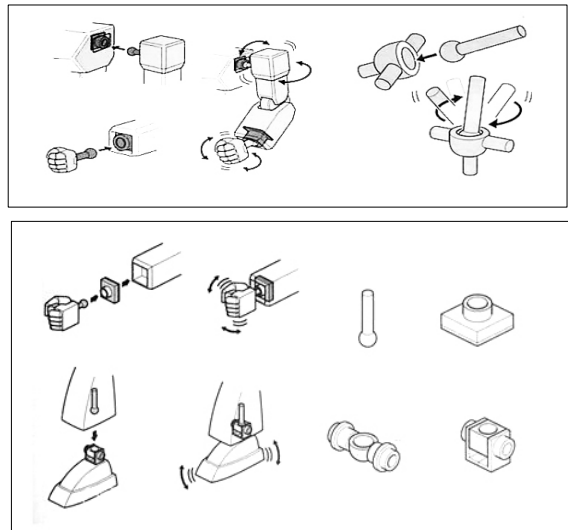
로봇 외형 디자인에 있어서 기존의 거대로봇은 사람처럼 관절을 금속 내부에 매립하는 방식을 취하고 있으나 리얼 로봇은 반대로 [그림3]에서 보이는 것처럼

관절을 외부로 노출시켜 로봇다움을 강조하는 한편, 진일보한 관절 디자인의 매력을 어필한다. 이러한 리얼 로봇의 극단적인 디테일은 프라모델 산업과 적극적 협력관계에 놓이고, 프라모델 디자인이 애니메이션의 메카 디자인으로 옮겨지는 새로운 시스템을 이루게 된다.



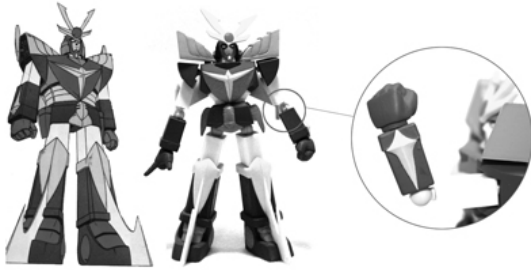
[그림 3] 리얼 로봇의 관절 외형 (하비재팬 www.hobbyjapan.co.jp)

리얼 로봇계열에서 주로 사용되는 관절은 [그림4]의 '폴리캡(Poly Cap)'과 '볼 조인트(Ball Joint)' 방식으로 애니메이션에서는 디테일을 직접 확인하기 힘든 작은 관절로 각 주요 연결 분위에 사용되어 가동성을 높여주는 관절이다.



[그림 4] 리얼 로봇의 관절 접합 형태와 다양한 관절: Wave사 BJ06 조인트(www.wavecorp.co.jp)

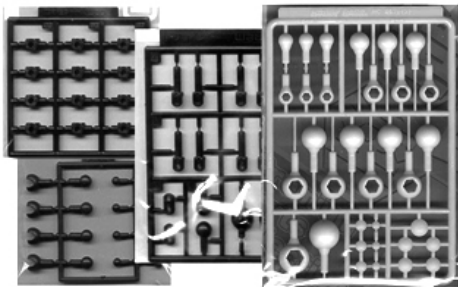
리얼 로봇계열에서 사용하는 볼조인트를 거대 로봇에 단순 적용하면 가동성은 높일 수 있지만 [그림5]처럼 로봇 전체의 비례와 디자인의 완성도에 문제가 발생하게 된다. 소폭의 디자인의 변화가 불가피한 이유이다.



[그림 5] 다이탄3: 원형(좌). 리얼 로봇의 볼조인트를 적용한 피규어(중). 관절 가동성(우)

3. 피규어 로봇2)의 관절

애니메이션에 등장하는 로봇을 프라모델로 제작하는 대표적인 기업은 '반다이(Bandai)'사와 '웨이브(Wave)'사로 대변된다. 이 제작사들이 사용하는 대표적인 관절은 [그림6]의 '볼 조인트(Ball Joint)' 방식으로 웨이브 B 조인트, 옐로우 서브마린(Yellow Submarine) 조인트, 코토부키야(Kotobukiya) 조인트 등이 있으며 제조사에서 생산하는 폴리에틸렌 재질의 관절로 범용성이 좋은 볼 조인트이다. 제조사별로 다소 차이는 있으나, 관절의 활동 범위가 리얼 로봇 계열에 맞게 개발된 조인트로 거대로봇의 관절을 대처하기에는 무리가 있다.



[그림 6] 프라모델 볼 조인트

피규어를 기획 생산하는 제작사는 '반다이'와 '카이요도(海洋堂)'사로 평면의 이미지로 그려지는 로봇을 입체화하여 애니메이션에서 본 로봇을 가장 완성도 있게 실체화시키는 업체들이다. 애니메이션에서는 미미하게 제시되었던 관절을 피규어로 제작하면서 보완하는 작업도 하고 있으며 이에 따라 소폭 디자인의 변경이 발생하기도 한다.

3.1. 반다이 초합금혼

2) 피규어는 관절의 가동성이 없는 '스태튜(Statue)'와 가동성이 높아 자유로운 포즈가 가능한 '액션 피규어(Action Figure)'로 크게 양분한다. 본 연구에서의 피규어는 액션 피규어를 지칭한다.

다이캐스트(Diecast)라는 자동화된 금속 주조법을 반다이에서 '초합금혼'이라는 이름으로 제품화 하고 있다. 다른 플라스틱 피규어와 달리 장난감 로봇의 재질을 금속(아연)으로 제작하여 로봇의 육중함을 표현함과 동시에 애니메이션에서 구현됐던 동작을 실제 피규어에서도 무게감 있는 포즈를 취할 수 있어 가상과 실상의 포즈를 비교할 수 있는 피규어다. 또한 금속의 접합 부분이 없어야 하기에 로봇의 원형유실을 최소화한 관절의 리디자인으로 동작 가동성이 높은 편이다.

초합금혼의 조인트는 정상시는 원형 그대로 보이나 관절의 구부러지는 정도에 따라 [표4]처럼 근접한 부분이 개폐하는 디자인을 도입하여 관절의 구부러지는 최대한의 각도와 디자인의 원형을 유지하고 있다.

구분	기본포즈	가동성	내용
머리와 목			-볼조인트 방식 -가동범위 30도 이하 -360도 회전가능
목과 가슴	X	X	-별도 관절 없음 -'머리와 목'이 일체형으로 가슴과 결합
가슴과 허리		X	-별도 관절 없음
허리와 골반			-평면관절 -360도 좌우 회전만 가능
가슴과 어깨			-볼조인트 -360도 회전가능 -좌우반경은 90도 이하
팔			-볼조인트와 경첩관절 혼합 -가동범위 80도 이하
다리			-볼조인트와 경첩관절 혼합 -가동범위 30도 이하

[표 4] 반다이 초합금혼 조인트 - 갯타로보1호3)

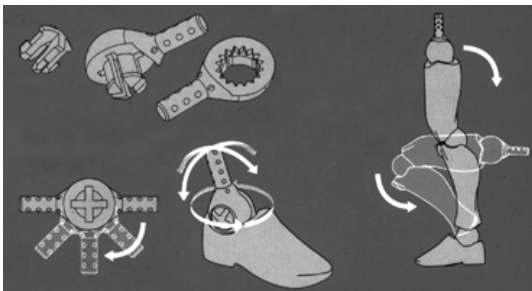
로봇마다 차이는 있지만, 목과 가슴, 가슴과 배

3) 반다이와 비교대상인 카이요도에서 제작한 로봇의 관절을 비교하기 위해 양사에서 발표한 동일로봇인 '갯타로보1호'를 예시로 제시한다.

부분은 가동성이 불가하거나 미미하다. 격렬한 전투 포즈나 무술 등의 동작은 구현이 불가능하다. 그러나 사지에 관련된 팔, 다리의 관절은 기존의 거대 로봇이 가지고 있는 관절의 한계를 넘어섰고 원래의 디자인까지 최대한 유지할 수 있다는 장점이 있다.

3.2. 카이요도 리볼텍

카이요도 리볼텍(Revoltech) 시리즈는 기존 로봇 피규어의 불완전한 포즈와 한정된 움직임에 대폭 개선한 [그림 7]의 리볼버 조인트를 관절로 사용하여 애니메이션에서 연출된 대부분의 동작을 재현할 수 있다는 점과 애니메이션과 다른 새로운 관절의 도입으로 메카닉의 외형에 변화를 주지만 가동성이 높은 것이 최대의 장점으로 꼽힌다. 완성 피규어 중에서는 최상의 관절 중 하나로 평가되고 있다. 3D 애니메이션에 로봇의 관절을 리볼버 조인트 스타일로 교체하거나 반영하는 것을 검토해 볼 가치가 있다.



[그림 7] 카이요도 리볼텍 관절 개념도 (카이요도 뮤지엄 스토어 www.j-hooby.com)

카이요도사와 야마쿠치 조형사의 합작품인 리볼버 조인트는 기존의 야마쿠치식 모노샤프트 조인트에 비틀리는 관절이 추가된 것으로 역동적인 자세 재현은 가능하지만, 특정 포즈에서 다른 포즈로의 자세 변화는 관절의 회전과 방향을 미리 연구해야만 한다는 단점이 있다. 그러나 이것은 완구에 국한되는 부분으로 리볼텍 조인트의 개념이 3D 애니메이션을 위한 로봇 캐릭터에 적용될 경우는 이러한 포즈 문제가 적용되지 않는다. 각 관절 별 회전 범위는 [표 5]와 같다.

구분	기본포즈	가동성	내용
머리와 목			-볼조인트 방식 -가동범위 60도 이하 -360도 회전가능
목과 가슴			-경첩관절 -가동범위 45도 이하

가슴과 허리			-볼조인트방식 -모든 방향으로 가동성을 확보
			-좌우기울기 15도 이하
			-좌우 옆으로 비틀기 가능
허리와 골반	X	X	-별도 관절 없음
가슴과 어깨			-볼조인트 -360도 회전가능 -좌우반경은 90도 이하
팔			-볼조인트와 경첩관절 혼합 -가동범위 90도 이하
골반과 허벅지			-평면관절 -한 축을 기준으로 360도 회전가능
다리			-볼조인트와 경첩관절 혼합 -가동범위 100도 이하

[표 5] 카이요도 리볼텍 조인트 - 겐타로보1호

카이요도의 리볼텍 시리즈는 꾸준히 다양한 로봇이 출시되고 있으며 기존 원형을 최대한 유지하면서 새로운 관절 적용으로 애니메이션 상의 동작을 구현할 수 있다는 점은 매우 뛰어나다.

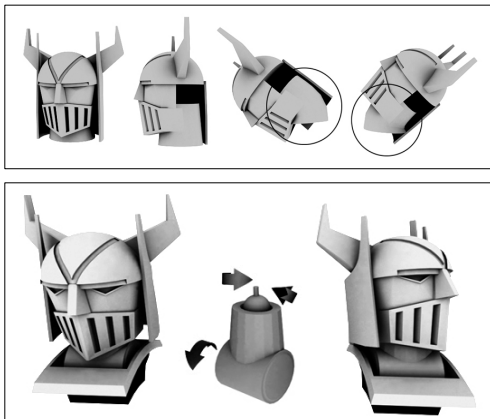
4. 국내 거대 로봇 관절 리디자인

초합금혼과 리볼텍 관절의 특징을 연구 조사한 결과 반다이의 초합금혼은 개폐식 관절 도입으로 원형을 최대한 유지할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 지나친 원형보존으로 관절의 가동성에 있어 애니메이션에서 구현하였던 모든 동작을 재현할 수 없다는 단점이 있다. 카이요도의 리볼텍 시리즈는 초합금혼처럼

개폐식 관절을 도입하였고 볼 조인트 방식에 안장관절 개념을 혼합하여 뛰어난 가동성을 보여준다는 장점이 있다. 그러나 가동성의 확보로 인해 원형의 디자인이 초합금혼에 비해 많이 변형된다는 단점이 있다. 이러한 연구 결과의 장점을 취합하여 국내의 거대로봇인 '항금날개 3호 청동거인'에게 적용하여 관절리디자인을 한다. 청동거인의 원형은 1978년 당시의 자료 중 제작사인 '서울동화'에서 배포한 일러스트레이션에 근거하여 3D 모델 제작을 하여 원형과 관절재설계를 비교 한다.

(1) 머리와 목

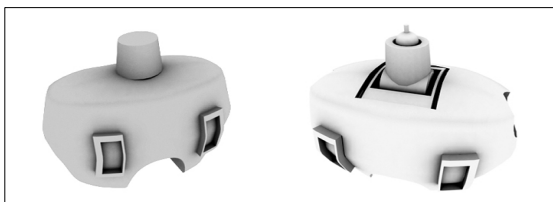
[그림8]의 원형 디자인의 경우 목의 강철 외형이 사람의 피부처럼 휘어지고 구부러지는 접힘 현상이 발견된다. 이에 대해, 목은 앞뒤 꺾힘이 가능한 경첩관절을 적용하고 좌우 기울기는 제한한다. 목과 머리는 볼조인트를 장착하여 360도 자유로운 회전과 좌우 기울기도 가능하게 한다. 머리와 목 사이에 장착되는 볼조인트는 내부에 삽입되어 외부에서는 보이지 않으나 경첩관절은 외부로 일부분이 보이게 되어 소폭의 외형적 변화가 생긴다.



[그림 8] 머리와 목에 적용한 관절: (상)원형 디자인, (하)개선된 관절 디자인

(2) 목과 가슴

머리와 목 부분의 관절이 개선되면서 동시에 가슴 상단에 경첩 관절 개념을 적용하였기에 디자인의 변화가 [그림9]처럼 발생한다.

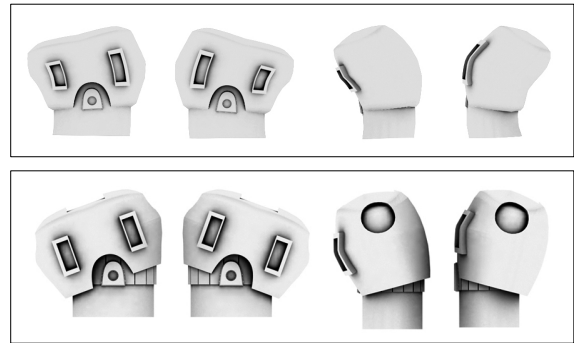


[그림 9] 목과 가슴 관절: (좌)원형 디자인, (우)개선된 관절 디자인

경첩관절 삽입을 위해 가슴 상단 중앙에 접합부분이 파이게 된다.

(3) 가슴과 허리

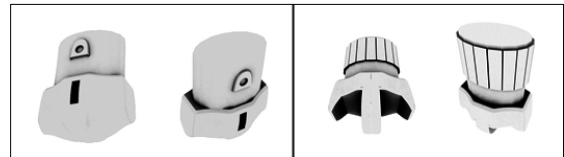
원형 디자인을 그대로 사용하면 [그림10]처럼 강철 외형에 심한 왜곡이 발생한다. 이러한 현상을 제거하고 원활한 관절 범위를 확보하기 위해, 가슴과 배에는 리볼텍의 조인트 방식을 도입하여 좌우 기울기와 비틀기도 가능하게 적용한다. 가슴과 배 사이의 내부에 조인트를 삽입하기 위해 소폭의 디자인 변형이 필요하다. 제한적이지만 가동성 있는 가슴과 허리를 제작하기 위해 가슴의 스케일이 기존보다 커야 되며 허리 라인은 원형을 유지하지만 빈틈이 많이 벌어지는 것을 막기 위해 상하 크기가 다른 격자 모양의 허리라인을 추가한다.



[그림 10] 가슴과 허리 관절: (상)원형 디자인, (하)개선된 관절 디자인

(4) 허리와 골반

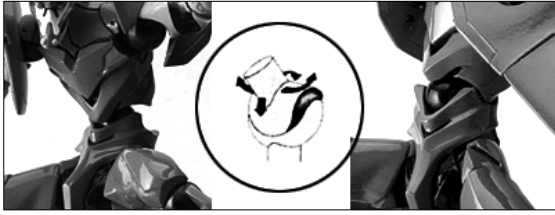
원안의 디자인에 대폭적인 디자인 변경이 요구되는 부분이다. 별도의 관절 설치 없이 골반의 중심축(Pivot)을 이용한 가동성을 확보하기 위해 [그림11]의 우측 이미지와 같이 원형에 변형을 가한다. 로봇 디자인과 재질의 고려가 같이 병행되었을 때 원활한 가동성을 확보할 수 있다.



[그림 11] 허리와 골반의 축: (좌)원형 디자인, (우)개선된 관절 디자인

[그림12]의 '에반게리온(新世紀 エヴァンゲリオン)' 형식의 '안장관절' 구조로 허리를 여러 개의 관절로 구분하고 외형도 그에 맞게 수정되었을 때 이상적인 허리 관절을 얻을 수 있다. 원형을 최대한 유지하며 관절의 재설계를 위한 본 연구에서는 허리에 대해 과

도한 디자인 변형을 피한다.

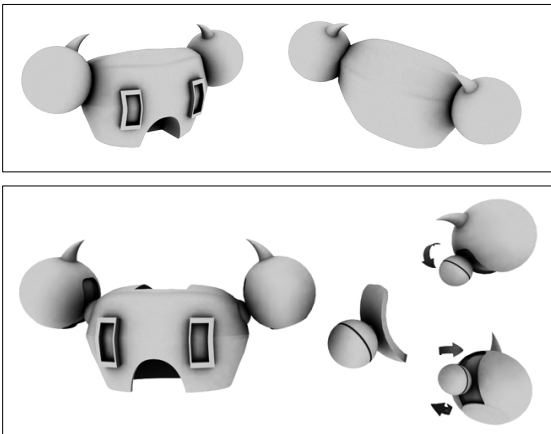


[그림 12] 에반게리온의 안장관절 예

골반은 다리의 가동성을 확보하기 위해 원형에서 가장 많은 변형이 이뤄진 부분이다. 다리의 앞뒤 회전반경을 위해 골반의 내부 관절이 외부적으로 많이 노출된다.

(5) 가슴과 어깨

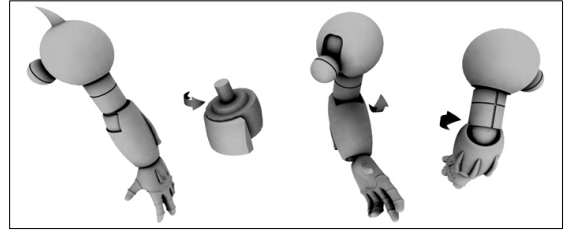
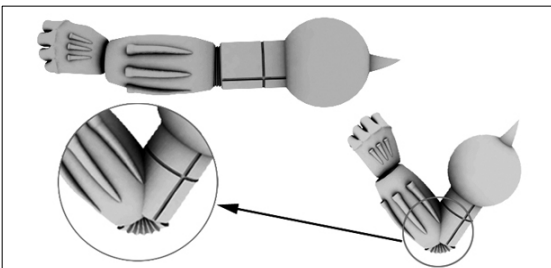
가슴에서 어깨로 이어지는 외형 디자인이 거대한 볼 형식이기에 내부적으로 경첩관절과 볼조인트를 삽입하는 것으로 큰 가동성의 범위를 가질 수 있게 된다. [그림13]에 보이듯이 관절 삽입을 위한 접합형태가 추가되는 것 외에 외형의 큰 변화는 없다.



[그림 13] 가슴과 어깨 관절: (상)원형 디자인, (하)개선된 관절 디자인

(6) 팔

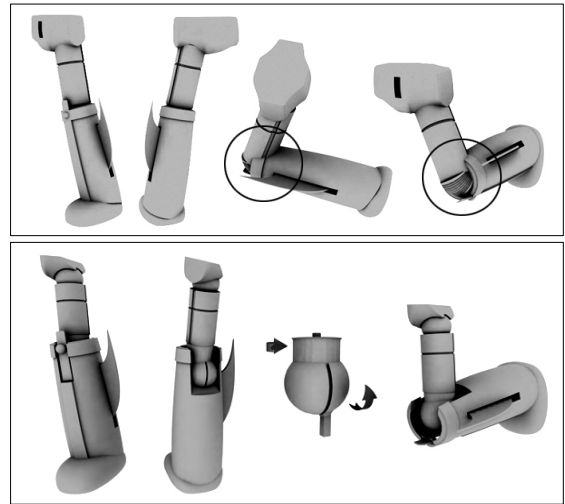
원형의 디자인일 경우 [그림14]의 그림처럼 강철의 상충현상이 발생한다. 이를 개선하기 위해 초합금 혼과 리볼텍의 구체관절의 개념을 적용하여 평상시에는 원형에 가까운 외형이지만 팔을 굽힐 때 관절부위의 개폐형식을 통해 자유로운 가동을 가능하게 한다.



[그림 14] 팔 관절: (상)원형 디자인, (하)개선된 관절 디자인

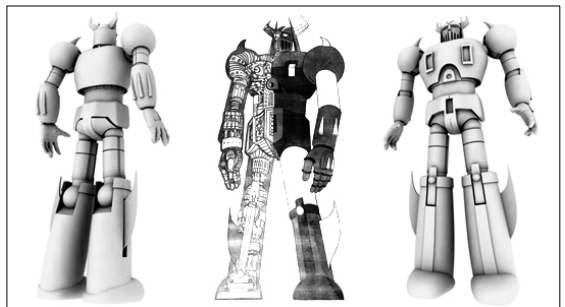
(7) 다리

팔과 동일하게 원형 디자인에서는 [그림15]처럼 외형의 상충현상이 발생한다. 이를 보완하기 위해 구체관절 개념을 적용하여 평상시에는 원래의 외형을 유지하지만 접힐 때는 개폐형식을 도입하여 최대한의 관절 가동 범위를 얻는다. 뒷모습에서 보이는 큰 구체관절은 추후 더 개선된 개폐방식을 도입하여 외형의 변화를 최소화 할 필요가 있다.



[그림 15] 다리 관절: (상)원형 디자인, (하)개선된 관절 디자인

원형 디자인과 리디자인 된 관절이 도입된 청동거인의 전체 외형을 비교해보면 [그림16]과 같다. 관절을 삽입하기 위해 추가된 디자인과 그로 인해 발생하는 소소한 비례 변화 외에 외형적 변화가 크지 않음을 알 수 있다.



[그림 16] 청동거인의 관절 리디자인 전체 외형: 리디자인 뒷면(좌), 원본(중), 리디자인 앞면(우)

5. 결론 및 향후 연구 방향

1970년대 디자인된 거대로봇의 경우 셀 애니메이션 제작에서는 모든 동작 구현이 가능하며, 관절이나 몸이 움직이는 범위를 세심하게 고려할 필요성을 느끼지 못했다. 그러나 3D 애니메이션으로 당시의 로봇 디자인을 그대로 사용해야 하는 경우에는 자연스럽게도 격렬한 격투 동작을 표현하는데 한계가 따르며, 관절과 관절의 무수한 간섭 혹은 상충 현상이 나타나게 된다. 카메라의 쏫과 앵글을 통해 관절의 상충과 간섭이 일어난 부위를 가리는 데도 한계가 따르기 때문에 결국 로봇의 원형을 최대한 유지하는 것을 전제로 관절의 재설계를 통해 이러한 문제점을 보완한다.

향후 본 연구에서 다루지 못한 발과 손가락 그리고 허리와 골반 부분에 대한 후속 연구가 필요하며 또한 제시된 개폐형 관절은 뒷모습에서 관절 노출이 심하여 거대 로봇의 이미지를 손상시킬 수 있는 우려가 있기에 보다 개선된 개폐형 구체관절의 접근이 필요하다. 손가락의 경우 리얼 로봇의 손 관절이 적용되는 것이 가동성 면에서는 가장 이상적으로 여겨지지만 거대 로봇다운 디자인을 어떻게 살리면서 이를 적용할 수 있는지에 대한 검증이 필요하다. 또한 발과 허리의 경우 원형의 디자인 변형이 인지되지 못하는 적정 수위를 찾는 것이 선결 과제이다. 발의 경우 발가락과 발바닥의 물리적 분리가 이뤄져야 하는 부분이고 허리의 경우 안장관절이 적용되어야 하는 파트로 변형된 작은 부분이 원형의 전체에 미치는 영향이 무엇인지 조사하고 적용할 시에 생기는 외형의 변화에 대한 사전 디자인 작업이 병행되어야 한다. 이러한 관절 리디자인과 원형 디자인의 보완을 후속 연구로 계속하여 3D 애니메이션과 피규어 제작에 기반이 될 수 있는 연구로 발전시키고자 한다.

로봇이라는 캐릭터는 피규어 산업과의 연계가 매우 뛰어나다. 영화 트랜스포머의 히트로 관련 로봇 피규어는 전 세계에 10억 개 이상이 제작 판매된 것으로 집계되며, 일본의 많은 로봇 캐릭터가 반다이, 웨이브, 카이요도 등을 통해 피규어화 되어 시장에서 판매되고 있다. 또한 일본의 1970년대에 발표된 거대 로봇 애니메이션은 우리와 마찬가지로 로봇 관절에 대한 세심한 배려가 없던 시절의 로봇이었으나 이를 관절의 리디자인을 통해 성공적으로 액션 피규어화에 성공한 사례와 애니메이션의 리메이크는 국내 애니메이션 업계에 시사 하는 바가 크다.

기획단계에서 로봇뿐만 아니라 인물까지 폭넓게 모든 캐릭터들이 피규어 산업을 염두에 둔 외형 디자인과 관절 디자인을 고려한다면, 영화나 애니메이션

에서 보인 동작과 피규어 동작을 일치시킬 수 있고, 설계된 관절이 애니메이션 제작과 피규어 제작에 동일하게 적용되어 디자인을 공유하게 되는 효율성을 기대할 수 있을 것으로 본다.

참고문헌

- 고재혁 (2008). 동물 해부학에 근거를 한 3D Animation에서 Character Setup에 관한 연구. 『한국영상미디어학연구』, Vol1, 5-24.
- 박인하 (2004). 『장르 만화의 세계』. 서울:살림
- 안병욱 (2009). 『로봇을 향한 열정 일본 애니메이션』. 서울:살림
- Robert Malone (2004). *Ultimate Robot*. 오준호 역 (2005). 『헬로우, 로봇』. 서울:엘파소.
- 반다이 초합금혼. (2011.12.05), <http://tamashii.jp/item/item.php?eid=01093&pref=60>
- 카이요도 뮤지엄 스토어. (2011.12.05) http://www.j-hobbycom/kms_jpn/shop/prd_detail.asp?sku=0%2DRV031