

듀얼암 로봇용 중공형 서보조립체 개발에 관한 연구

Study on Development of Hollow Shaft Servo Assembly for Dual Arm Robot

*#고석조¹, 한현규², 이영철², 정철곤³, 신윤성³, 이영진²

*#S. J. Go(sjgo@dit.ac.kr)¹, H. G. Han(hghan@autopower.co.kr)², Y. C. Lee(yclee@autopower.co.kr)²,
C. G. Jung(chulgon@wia.co.kr)³, Y. S. Shin(ys1082@wia.co.kr)³, Y. J. Lee(ceo@autopower.co.kr)²

¹ 동의과학대학 컴퓨터응용기계계열, ²(주)오토파워, ³위아(주) 항공특수연구부

Key words : Dual arm robot, Hollow shaft, Servo assembly, Harmonic drive, Encoder, Brake

1. 서론

로봇산업은 기계 및 전자 산업의 첨단기술이 결합된 산업으로 메카트로닉스 산업 부문 중 가장 유망한 산업으로 부각되고 있다. 20세기 후반부터 제조업 현장에 투입되기 시작한 로봇은 현재까지 산업용 로봇이 주류를 이루고 있으며 최근에는 로봇산업의 선진기술을 보유한 미국, 일본 등을 중심으로 인간생활과 밀접한 서비스 로봇의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 즉, 휴머노이드 로봇의 상용화를 목적으로 한 이들 국가들의 투자는 국가적 사업으로 이루어지고 있다. 1980년대 말부터 생산현장에 본격적으로 투입된 우리나라의 로봇산업은 2005년 보유대수에서는 세계 시장에서 4위, 판매대수로는 3위의 규모를 나타내고 있다[1,2].

정밀부품 조립 분야에 사용되고 있는 산업용 로봇의 경우에는 기존의 싱글 암 로봇 시스템이 이미 오랫동안 현장에서 사용되고 있지만 근본적으로 그 적용의 범위와 기능에 한계가 있어 왔다. 즉, 사람과 같이 두 팔을 사용해서 수행해야 하는 작업 동작이 요구되는 분야에서 싱글 암 로봇의 적용은 근본적으로 적합하지 않으므로 다축 유연동작을 갖는 로봇시스템에 대한 개발이 요구되어 왔다.

듀얼 암 로봇에 대한 해외 연구 동향을 보면 2006년 독일에서 개최된 AUTOMATICA 로봇 박람회 이후 KUKA와 야스카와전기에서 듀얼 암 로봇을 출시하고 있다[3,4]. 듀얼 암 로봇에 대한 외국에서의 개발이 성공할 경우 막대한 규모의 시장이 신규로 창출될 것으로 예상되며 이러한 듀얼 암 로봇 시스템에 대한 핵심기술을 확보하지 못하면 로봇기술에 있어서의 기술적 종속성이 더욱 심화될 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구의 선행연구에서는 두 개의 팔과 별도의 하부구조를 가지는 유연 조립 동작을 위한 듀얼 암 로봇 시스템을 개발하고자 하였다[5,6].

선행 연구에서 개발된 듀얼 암 로봇의 경우 조립 작업을 위해 두 개의 팔을 가지도록 설계 되었으나 로봇의 무게 대비 가반하중 부족, 부피와 무게 증대로 인한 서보모터의 용량 증대, 케이블 동선에 의한 디자인의 제약 등이 문제점으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 듀얼 암 로봇의 서보시스템을 중공형의 서보시스템으로 설계함으로써 이러한 문제점을 극복하고자 한다.

2. 듀얼 암 로봇

일본 도요타 자동차는 저출산으로 인한 노동력의 감소추세에 대처하고 생산효율을 증대하기 위해 일본 내 공장 모두에 동시다중작업이 가능한 첨단 산업용 로봇을 도입하고자 하고 있다. 도요타가 도입할 산업용 로봇은 야스카와전기가 새로 개발한 제품으로서 두 팔로 동시에 다중작업을 수행하는 기능을 갖추고 있어 인간 작업자와 동등 이상의 생산효율을 발휘할 수 있다[3,4]. 도요타는 이 로봇의 도입으로 일본 내 생산단가를 중국 수준으로 낮출 계획이다. 따라서 일본에서는 야스카와전기를 중심으로 듀얼 암 로봇 시스템을 개발하여 자동차 라인에 투입하고자 하는 시도가 진행되고 있으며 유럽에서는 KUKA에서 인간형 로봇을 출시하고 있다. Fig. 1은 KUKA와 야스카와전기의 듀얼 암 로봇을 나타낸다.

듀얼 암 로봇에 대한 독자 기술 확보와 신규 시장 창출에 미리 대비하기 위해 본 연구의 선행연구에서는 산업용 듀얼 암 로봇의 설계 및 제어기술을 확보하였다[5,6]. Fig. 2, 3은 선행연구

구에서 개발된 듀얼 암 로봇에 대한 전체 구성도와 외형을 나타낸다. 개발된 듀얼 암 로봇은 가반중량 10kg, 2자유도의 몸체(torso), 각각 6자유도의 양팔을 가지고 있으며, 로봇 제어를 위한 제어시스템, 비주얼 서보잉을 위한 영상처리시스템, 작업교시기, OLP 등으로 구성되어 있다. 그러나 듀얼암 로봇의 무게 대비 가반하중 부족, 부피와 무게 증대로 인한 서보모터의 용량 증대, 케이블 동선에 의한 디자인의 제약 등이 문제점으로 나타났다.



(a) KUKA



(b) Yaskawa

Fig. 1 Dual arm robots(AUTOMATICA2006)

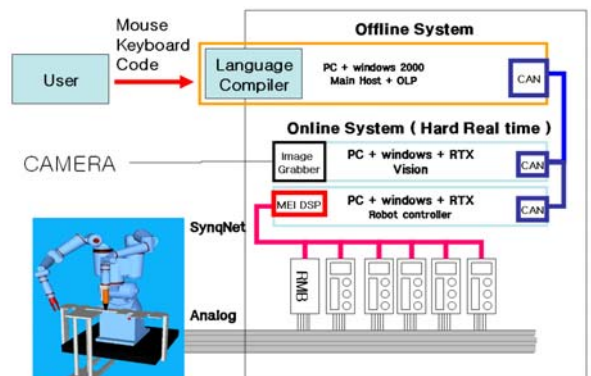


Fig. 2 Schematic diagram of the dual arm robot developed in the previous study



Fig. 3 The dual arm robot developed in the previous study

3. 중공형 서보 조립체

야스카와전기와 KUKA 등의 듀얼 암 로봇의 경우에는 듀얼 암 로봇에서의 하중 문제를 해결하기 위해 기존의 중실형 서보시스템이 아닌 중공형 서보시스템을 사용하고 있다. 본 연구에서도 중공형 서보 조립체에 의한 듀얼 암 로봇의 경량화, 소형화 그리고 고강성화를 이루고자 한다. 중공형 감속기, 브레이크, 모터, 엔코더, 서보 드라이버 등으로 구성되어 있는 중공형 서보 조립체에 의해 Fig. 4와 같이 듀얼 암 로봇을 구성하고자 한다. 각 축별 사양은 Table 1과 같다.

하모닉 드라이버와 축을 일체형으로 하였을 경우에는 모터 토크의 정확한 전달이 가능하고 구조가 단순하지만 고가이고 제작기간이 오래 소요된다. 본 연구에서는 구조가 복잡해지는 문제는 있지만 가격 대비 성능이 우수한 하모닉 드라이버와 열박음 된 축을 이용하여 조립체를 구성하였다. 그리고 로봇에 적용되는 감속기는 크기와 중량 대비 고토오크, 고정밀도가 필요하며 요구되는 중공의 홀 사이즈를 만족해야하므로 Table 2와 같은 사양을 만족하는 감속기를 선정하였다.

브레이크의 종류에는 여자 작동형과 무여자 작동형이 있다. 여자 작동형 브레이크는 코일에 전류가 통전되면 회전체를 제동시키는 브레이크이고 부하가 수평운동을 하는 기계에 적합하다. 무여자 작동형 브레이크는 코일에 전류가 통전되면 제동력은 상실하고 회전체가 자유롭게 되는 브레이크이고 수직운동 기계에 적합하다. 따라서 본 과제에서는 수직운동에 사용되고 부피가 적고 협소한 장소에 적합한 무여자 작동 방식을 사용하여 중공형 브레이크를 설계하였다. Table 3은 중공형 브레이크의 설계 사양을 나타낸다.

수직다관절 형태의 로봇은 전원의 투입이나 단절 후 재투입 등의 문제가 발생하더라도 각 축의 절대치 각 정보를 가지고 있어야 한다. 그리고 중공형 서보 시스템이므로 레졸버나 중공형 절대치 엔코더와 같은 센서가 필수적이다. 그런데 로봇의 각 축의 서보모터 조립체는 120:1 또는 80:1의 감속기와 직렬로 연결되어있기 때문에 1회전 절대치 센서의 적용은 불가능하다. 따라서 120회전 또는 80회전 이상의 멀티턴이 가능한 중공형 절대치 엔코더를 선정하였다.

중공형 서보 조립체에 적합한 서보 드라이버는 모션제어를 위한 아날로그 또는 디지털 속도 및 위치제어 기능과 새로이 적용되는 멀티턴 절대치 엔코더의 통신 인터페이스 기능을 부여함으로 자체 설계 제작하였다.

4. 결론

듀얼암 로봇의 개발에서 나타난 무게 대비 가반하중 부족, 부피와 무게 증대로 인한 서보모터의 용량 증대 등의 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 중공형 서보 조립체에 의한 듀얼 암 로봇의 경량화, 소형화 그리고 고강성화를 이루고자 하였다. 중공형 서보 조립체 개발에 필요한 중공형 서보모터를 설계 제작하였으며 서보 드라이버와 브레이크를 설계하였다. 그리고 중공형 엔코더와 감속기 등은 중공형에 적합한 모델을 선정하였다. 향후연구에서는 중공형 서보 조립체에 의한 듀얼 암 로봇 제작과 성능 평가를 하고자 한다.

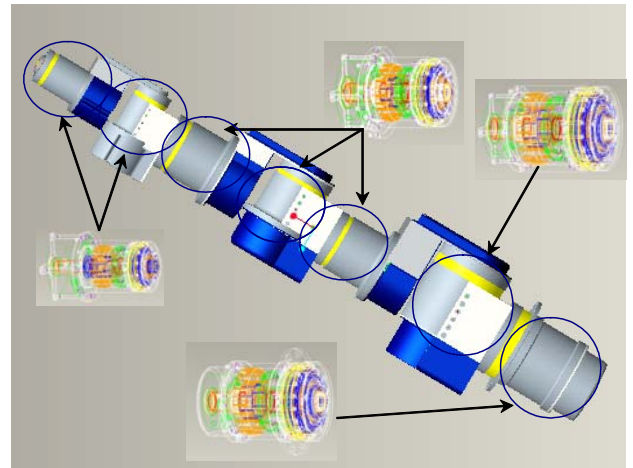


Fig. 4 The hollow shaft servo assembly

Table 1 Design of the hollow shaft moter

Axis	Output (kW)	Torque (Nm)	Speed (rpm)	Weight (kg)	Length (mm)
1, 2	2.0	6.3	3,000	25.9	294, 321
3, 4	0.9	2.86	3,000	15.8	259, 256
5	0.6	3.8	3,000	14.8	237
6, 7	0.4	1.3	3,000	7	221

Table 2 Design of the harmonic drive

Axis	Gear ratio	Torque (Nm)	Weight (kg)	Hall Size (mm)
1,2	120	523	6.9	6.9
3,4,5	120	178	3.1	3.1
6,7	80	44	6.9	6.9

Table 3 Design of the brake

Axis	Outer Diameter (mm)	Inner Diameter (mm)	Friction torque (Nm)	Weight (kg)
1,2	147	50	9.4	3.5
3,4,5	105	40	3.8	1.5
6,7	74.8	25	2.6	2.6

후기

본 연구는 산업자원부 지역산업중점기술개발사업(과제번호:10025003)의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. IFR, WORLD ROBOTICS2006, 2006
2. 산업자원부, Statistical Research of Robot Industry, 2006
3. <http://www.automata-muenchen.de>
4. <http://www.motoman.com>
5. 고석조, 이영진, "듀얼 암 로봇을 위한 제어 시스템 설계," 2007년도 대한기계학회 부산지부 추계학술대회논문집, pp. 25-29, 2007. 10. 19.
6. Seok Jo Go, Young Jin Lee, Kwang Suck Boo and Yoon Seong Shin, "Development of Control System and OLP for Dual Arm Robot," 2007 International Symposium on Advanced Intelligent Systems, pp. 636-640, September 5 - 8, 2007, Sokcho, Korea