

TRIZ 방법론을 적용한 2축 서보구동장치 설계 문제 해결

장유신^o, 허형조^{*}

^o한화시스템 연구개발본부

^{*}한화시스템 경영혁신팀

e-mail: yushin.chang@hanwha.com^o

Problem Solution of the two axis servo system design using TRIZ method

YuShin Chang^o, HyongJo Huh^{*}

^oDept. of R&D, Hanwha Systems

^{*}Team of MI, Hanwha Systems.

● 요약 ●

A new design method for the two axis servo system using the TRIZ proposes. A noble design scheme between the two servo configurations was obtained after application of the TRIZ contradiction analysis.

키워드: 트리즈(TRIZ), 서보구동장치(Servo system), 모순 분석(Contradiction analysis)

I. Introduction

본 논문은 창의적 문제 해결을 위해 TRIZ(트리즈) 방법론을 적용하여 모순 문제가 있는 2축 서보구동장치의 설계 문제 해결에 관한 논문이다. TRIZ는 1946년 러시아의 G.S. 알트슐러(G.S. Altshuller)에 의하여 개발된 이론으로서, Theory of Inventive Problem Solving(창의적 문제 해결 이론)이란 뜻의 러시아어 약자이다. TRIZ 이론은 기술 진화가 외견상으로 우연한 단계로 구성되어 있는 것처럼 보이지만 결국 기술진화는 반복되는 유형을 가진다고 생각했다. 그래서 반복되는 유형들을 통해 나타나는 공통점, 반복되는 패턴, 원리들을 찾기 위해서 수천건의 특허를 연구하여 데이터베이스화 함으로써 발상의 전환을 통해 아이디어 도출을 필요로 할 때, 구체적으로 적용할 수 있는 원리와 함께 적절한 가이드 라인을 제공할 수 있다. 1990년대 후반 이후부터, 서방세계에 알려진 TRIZ 이론을 국내, 국외 대기업 R&D분야에서 기존의 개발 방법론으로 해결하지 못한 분야의 문제 해결 아이디어 발상에 적용 가능성을 입증하는 연구가 많이 발표되고 있다.[1]

여기서 TRIZ 방법론을 사용하여 장치의 설계단계에서 발생하는 문제속의 모순을 발굴하고 자원 분석 및 활용을 통하여 이상성 향상 검증 등의 3대 핵심 개념 및 고유의 도구(tool)들을 적용하여 문제에 대한 혁신적 해결책을 파악하는 과정에 대해 제안한다. 단계별로

보면 다음과 같다. 첫 번째 단계로 서보구동장치 설계단계에서 기술적 모순 또는 물리적 모순을 정의한다. 두 번째 단계로 유희적이며 유용한 자원을 활용한다. 즉, 시스템이나 시스템 가까이 있는 자원으로부터 쉽게 만들어지는 에너지, 재료, 대상, 정보 등을 활용하며, 시스템에 해로운 요소까지도 긍정적 자원으로 전용할 것을 확인한다. 세 번째 단계로 시스템의 이상성을 증가시킨다. 다시 말해, 유해한 기능은 최소화하고 유용한 기능은 최대화하는 이상적인 최종결과(IFR : Ideal Final Result)를 지향하는 해결책을 검토하고 선택하여 비용 및 유해한 영향 없이 원하는 이익을 산출한다. 즉, 모든 개선안 도출시 가용한 자원에 대한 고찰을 통하여 비용의 절감 및 이상성(Ideality)을 극대화시킨다.[2, 3]

최근의 감시 카메라 분야의 기존 표준형 시장이 고급형(고해상) 제품으로 출시되고 있고, 고객은 다양한 운용환경에 적합한 시스템을 선택하는 구조로 시장이 형성되고 있다. 따라서 현재의 감시 장비는 시장의 요구사항에 빠른 대응을 위해 다양한 Line-up 형태로 구성품을 개발하고 있는 추세이다. 그리고 본 논문에선 TRIZ 방법론을 이용하여 감시 장비 시스템에 적용 가능한 서보성능이 향상된 2축 서보구동장치의 설계 문제와 그 문제속의 모순을 발굴하여 보다 적절한 설계 방안을 제안한다.[4]

II. Preliminaries

1. Contradiction Define

TRIZ의 첫 단계로 문제에 대한 모순을 도출하기 위해 모순의 종류를 구분한다. 첫 번째 설계단계에서 발생한 문제를 기술적 모순(Technical Contradiction) 관점에서 감속비와 서보구동응답성능이란 2가지 기능(parameter)의 모순으로 구성을 정의한다.[5] 서보구동장치 설계의 기술적 모순은 기존 구조의 서보구동응답성능과 감속비의 상반되는 모순 문제를 정의한다. 설계 개선 전의 서보구동장치는 고각구동장치와 방위각구동장치가 하나의 하우징에 일체형으로 배치되어 있어 방위각 구동 부하중이 크기 때문에 높은 구동토크가 요구된다. 따라서 높은 구동토크의 요구를 만족하기 위해서 동일한 구동모터 기준에서 높은 감속비의 감속기를 설계한다. 하지만 높은 감속비의 감속기는 서보구동응답성능의 저하를 일으킨다. 이를 모순 Matrix에서 유용한 변수(improving parameter)로는 "속도(Speed)"를, 유해한 변수(worsening parameter)로는 "적응성(Adaptability, Versatility)"을 선정하고 이들 모순에서 가장 많이 활용된 발명원리 3가지를 도출한다. 도출된 발명원리는 #15(자유도증가), #10(사전준비조치), #26(대체수단, 복사)이며, 순서대로 활용도가 높은 것으로 구분한다. 두 번째로, 물리적 모순 관점에서 감속비의 상승/하강이 모두 요구되는 것이므로, 분리의 원칙 4가지(장소, 시간, 조건, 전체부분)를 고려한다. 본 논문에선 기술적 모순에 의한 발명원리 #15, #10, #26의 관점을 자원구성에서 접근대상을 확보한다.

		Worsening Feature →					Adaptability or versatility	
		Improving Feature ↓	Weight of moving object	Weight of stationary object	Length of moving object	Ease of operation		Ease of repair
			1	2	3	33	34	35
1	Weight of moving object	+	-	15, 8, 29, 34	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8	
2	Weight of stationary object	-	+	-	6, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29	
3	Length of moving object	8, 15, 29, 34	-	+	15, 29, 35, 4	1, 28, 10	14, 15, 1, 16	
4	Length of stationary object		35, 28, 40, 29	-	2, 25	3	1, 35	
5	Area of moving object	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	15, 17, 13, 16	15, 13, 10, 1	15, 30	
6	Area of stationary object	-	30, 2, 14, 18	-	16, 4	16	15, 16	
7	Volume of moving object	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	15, 13, 30, 12	10	15, 29	
8	Volume of stationary object	-	35, 10, 19, 14	19, 14		1		
9	Speed	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	32, 28, 13, 12	34, 2, 28, 27	15, 10, 26	

Fig. 1. 기술적 모순 관점에서 도출된 발명원리

2. Improving using Contradiction Analysis

모순 분석을 통한 서보구동장치의 설계 개선안을 도출한다. 모든 개선안 도출시 가능한 자원에 대한 고찰을 통하여 비용의 절감 및 이상성(Ideality)을 극대화 시킨다. 서보구동장치의 설계 개선 전과 후의 1차와 2차를 합한 방위각 감속비 비교는 다음 표와 같다. 1차와 2차 감속기는 하모닉드라이브감속기와 헬리컬기어감속기를 적용한다. 설계 개선 전 방위각 감속비는 1차와 2차 감속비를 1/4와 1/80으로 적용하였고, 설계 개선 후 방위각 감속비는 1/2.5와 1/100으로 적용하였다.

2.1 Servo system design before improving

설계 개선 전 2축 서보구동장치는 상부의 고각구동장치와 하부의 방위각구동장치가 하나의 기구하우징 내부에 구성된다. 하나의 기구하우징에 고각과 방위각이 구성되어 있기 때문에 방위각구동장치의 부하중이 크다는 단점이 있고 전체 서보구동장치의 중량이 많이 나간다. 또한 방위각구동토크는 보다 큰 부하 구동토크가 요구된다. 따라서 요구되는 큰 구동토크를 만족하기 위해 높은 감속비의 1차 감속기와 2차 감속기를 사용하게 된다. 하지만 감속비가 높으면 서보구동응답특성이 그만큼 저하되게 되기 때문에 부하중을 가능한 줄이면서 필요구동토크를 낮추어 보다 낮은 감속비의 감속기를 사용하는 것이 좋다.

상부의 고각구동장치에는 일정한 고각범위를 구동하기 위해 구동모터, 1차 감속기, 2차 감속기, 엔코더로 구성되어 있고, 하부의 방위각구동장치에는 360도 연속회전을 위한 슬립링, 구동모터, 1차 감속기, 2차 감속기, 엔코더와 전원보드, 신호보드, 서보제어보드로 구성되어 있다. 형상은 다음 그림과 같다.

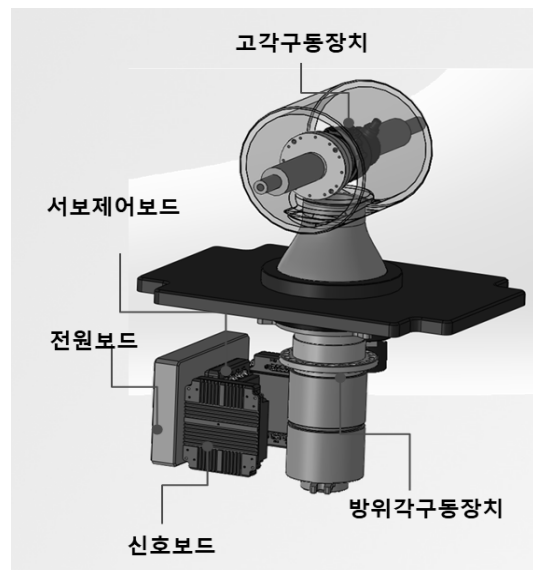


Fig. 2. 서보구동장치 설계 개선 전 내부 형상

2.2 Servo system design after improving

TRIZ를 통해 설계 개선된 2축 서보구동장치는 상부의 고각구동장

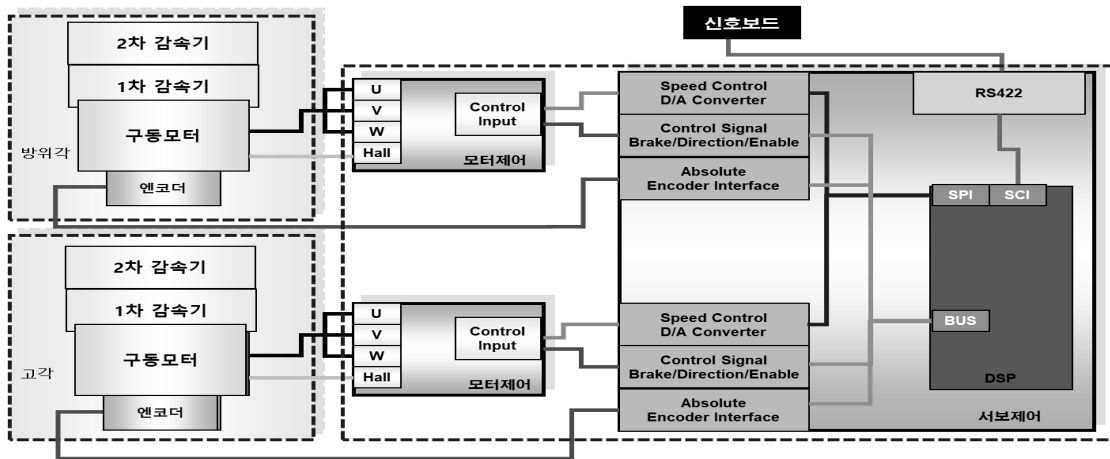


Fig. 3. 서보구동장치 구성 블록도

치와 하부의 방위각구동장치로 구분된다. 상부와 하부를 구분하여 설계하였기 때문에 하부의 방위각구동장치는 상부의 고각구동장치 부하하중에 대해서만 영향을 받기 때문에 일체형 보다는 상대적으로 낮은 필요구동토크를 요구하므로 낮은 감속비의 감속기를 설계하여 서보구동응답성능이 향상된다. 서보구동장치의 구성 블록도는 다음과 같다.

상부의 고각구동장치에는 일정한 고각범위를 구동하기 위해 구동모터, 1차 감속기, 2차 감속기, 엔코더와 전원보드, 신호보드, 서보제어보드로 구성되어 있고, 하부의 방위각구동장치에는 360도 연속회전을 위한 슬립링, 구동모터, 1차 감속기, 2차 감속기, 엔코더로 구성되어 있다. 형상은 다음 그림과 같다.

2축 서보구동장치의 설계 개선된 모델은 상부하우징에 고각구동장치가 배치되고 하부하우징에 방위각구동장치가 배치되며 상부하우징과 하부하우징은 상하연결프레임으로 연결된다.



Fig. 4. 서보구동장치 설계 개선 후 내부 형상

III. Conclusions

본 논문에서 2축 서보구동장치 설계 문제의 모순 분석을 통한 설계 개선을 위해 TRIZ 방법론을 적용한 방안을 제안하였다. 서보구동 부하 하중에 따른 요구구동토크에 대한 감속비를 시뮬레이션하여 도출하였다. 또한 설계된 구조와 개선된 설계에 대한 3D 모델링 형상을 제작하여 설계 개선 전과 후의 결과를 분석하고 감시 장비 시스템에 적용 가능한 서보성능이 향상된 서보구동장치의 설계문제와 그 문제속의 모순을 발굴하여 보다 적절한 설계 개선 방안을 제안하였다. 여기서 제안된 방안을 적용한 2축 서보구동장치는 기존 장치의 여러 가지 단점들을 해결하고 일정 부분 해소함으로써 서보구동성능을 높이고 전체 감시 카메라 시스템의 성능을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgment

본 연구는 한화시스템이 지원하는 Quantum EYE 자체개발 사업의 일환으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] 장유신, 허형조, "TRIZ를 적용한 지리탐지 실험플랫폼 제어시스템 모순 분석," 한국정밀공학회 추계학술대회, pp.122-123, 2015.
- [2] Victor. F. and Eugene. R., "Innovation on Demand : New Product Development Using TRIZ," Cambridge University Press, 1st Ed., 2005.
- [3] 정지영, 김진태, 박수용, "TRIZ의 모순 해결 이론을 이용한 창의적 요구사항 충돌 해결," 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용, Vol.37, No.5, 411-415, 2010.

- [4] 장유신, 김상균, 허형조, “TRIZ를 이용한 서보구동장치 설계,”
정보 및 제어학술대회 CICS 2017, pp.1-2, 2017.
- [5] 한재영, 김권희, “가변 곡률 제품의 TRIZ 기반 설계 개선,”
한국정밀공학회지, 제34권, 제10호, pp. 715-721, 2017.