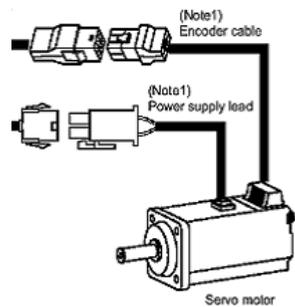




Chap. 1 서보모터



신동원
금오공과대학교 기계시스템공학과
System & Vision Lab (SVL)

구동방식의 비교



구동방식의 비교

메커니즘을 구동하는 방식은 유압시스템, 공압시스템, 모터 시스템으로 나눌 수 있다.

	유압 시스템	공압 시스템	모터 시스템		
			스테핑	인버터	서보
장점	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 대토크 출력이 용이함 ▶ 소음이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 구조가 간편함 ▶ 사용이 용이함 ▶ 가격이 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제어가 용이 ▶ 가격이 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제어가 용이 ▶ 가격이 비교적 저렴 ▶ 대응량이 용이 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제어정도가 높음 ▶ 최대토크가 높음 ▶ 소형 & 고출력임
단점	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 온도변화에 따른 위치 편차가 심함 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 고출력이 곤란 ▶ 위치제어 정도가 나쁨 ▶ 소음이 심함 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 속도제어 정도가 낮음 ▶ 소음이 심함 ▶ 적용용량이 작음 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 최대토크가 낮음 ▶ 저속특성이 나쁨 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 가격이 높음 ▶ 대응량이 곤란 (22kW이내)

❖ 서보모터의 신속성

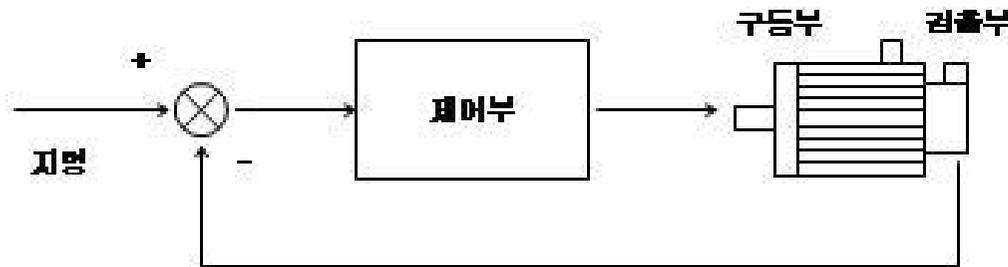
- $T = I\alpha \Rightarrow \alpha = T/I$
 - Where, T는 토크로 회전력, I는 관성모멘트, α 는 각가속도를 의미한다.
- 위식에서 각가속도인 α 가 커지려면 T는 커야하고, I는 작아야 한다. 즉 작은 관성모멘트(경량)에 강한 회전력이 발생하도록 설계된 모터가 서보모터이다.

Servo



❖ 서보(Servo)의 학문적 의미

- 서보시스템(서보系)은 물체의 위치·방위·자세 등의 변위를 제어량(출력)으로 하고, 목표값(입력)의 임의의 변화에 추종하도록 한 제어계로 서보 Mechanism이라고도 불린다. 서보는 바로 서보 Mechanism의 약자
- 서보모터는 서보계를 갖는 모터라고 말할 수 있다. 서보모터는 다른 일반 모터보다 빠른 응답과 넓은 속도제어의 범위를 가진 제어용 전동기로, 그 전원에 따라 직류 서보모터와 교류 서보모터로 분류되는데, 최근에는 거의 교류 서보모터인 3상 서보모터를 사용하고 있는 추세이다.



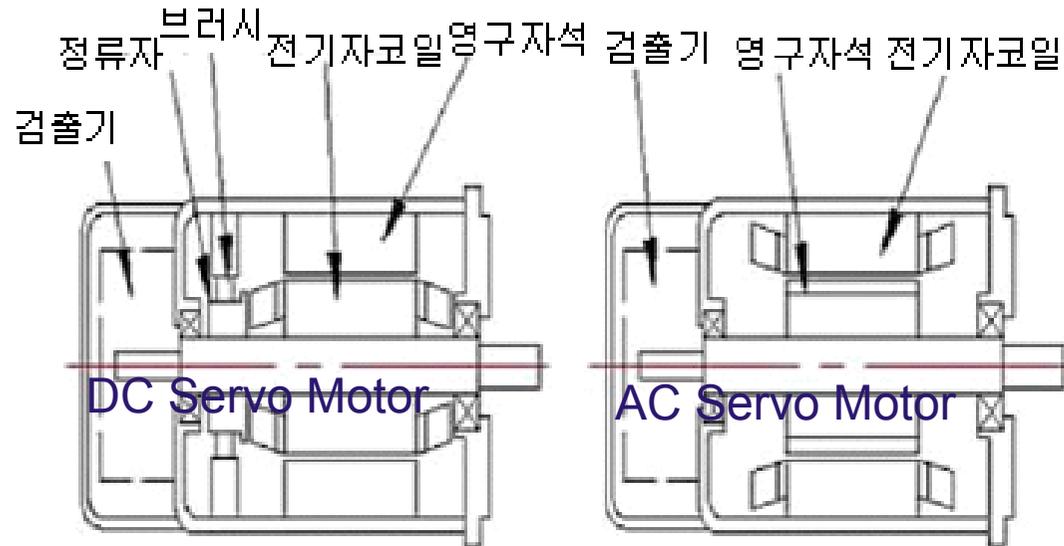
서보모터 및 서보드라이브의 기술동향



▣ 서보모터 및 드라이버의 기술동향

년도		1975	1980	1985	1990	1995	2000
모터	제품	DC 서보모터			영구자석형 AC 서보모터		
	영구자석	페라이트(Ferite)				희토류(NdFeB, 네오디뮴)	
	권선	파권			집중권/분포권		고밀도 집중권선
	검출기	레졸버, 타코제너레이터			광학식 펄스인코더		Hybrid 검출기
	제어						
Power 소자	Power 소자	Thyristor		TR 모듈		IGBT	IPM
	제어회로	Analog			Digital 16 bit	32 bit DSP	RISC
	소자부품	Dip 부품				SMD(Surface Mount Device)	
	제어이론	P, PI 제어				적응제어 & 오토튜닝	

서보모터의 종류



DC 서보모터	AC 서보모터
브러시 서보모터	브러시리스 서보모터
제어구조가 간단	제어구조가 복잡
단상인버터	3상인버터
회전 전기자형 (코일이 회전함)	회전계자형(자석이 회전함)
방열이 나쁨	방열이 양호
유지,보수가 필요(브러시 마모)	유지,보수가 거의 필요없음
최대속도가 낮다	최대속도가 높다
정격용량이 작다	정격용량이 크다

서보모터의 사양



- ❖ Rated Speed(정격속도): $3,000 \text{ r/min} = 314.16 \text{ rad/sec}$
 - 모터의 가장 적합한 회전속도로 이러한 정격속도로 계속 회전이 가능하다.
- ❖ Rated ~는 용어가 많이 나오는데 이는 정격속도에서의 ~라고 해석하면 된다. 예를 들어
 - Rated Torque: 정격속도에서 가지는 토크값: 0.32 N. m
 - Rated Output: 정격속도에서 가지는 출력값: $0.32 \times 314.16 = 100 \text{ W}$
- ❖ Maximun Speed(최대속도) = $4,500 \text{ r/min}$
- ❖ Encoder의 Resolution = $2^{17} = 131,072$

Spec. of HC-MFS 13(B)



Servo motor series		HC-MFS series (Ultra-low inertia, small capacity)					
Specifications	Models	Servo motor model HC-MFS	053 (B)	13 (B)	23 (B)	43 (B)	73 (B)
	Servo-amp model (Note 9) MR-J2S-		10A (1)/B (1)/CP (1)/CL (1)		20A (1)/B (1)/CP (1)/CL (1)	40A (1)/B (1)/CP (1)/CL (1)	70A/B/CP/CL
Servo motor	Power facility capacity (Note 2) (kVA)		0.3	0.3	0.5	0.9	1.3
	Continuous running duty	Rated output (W)	50	100	200	400	750
		Rated torque (N·m [oz·in])	0.16 (22.7)	0.32 (45.3)	0.64 (90.6)	1.3 (184.1)	2.4 (339.8)
	Maximum torque (N·m [oz·in])		0.48 (68.0)	0.95 (134.5)	1.9 (269.0)	3.8 (538.1)	7.2 (1019.5)
	Rated speed (r/min)		3000				
	Maximum speed (r/min)		4500				
	Permissible instantaneous speed (r/min)		5175				
	Power rate at continuous rated torque (kW/s)		13.47	34.13	46.02	116.55	94.43
	Rated current (A)		0.85		1.5	2.8	5.1
	Maximum current (A)		2.6		5.0	9.0	18
	Regenerative braking frequency (times/min) (Note 3, 4)	With no options	(Note 5)	(Note 5)	(Note 5)	1010	400
		MR-RB032 (30W)	(Note 5)	(Note 5)	(Note 5)	3000	600
		MR-RB12 (100W)	—	—	(Note 5)	(Note 5)	2400
		MR-RB32 (300W)	—	—	—	—	(Note 5)
	Moment of inertia J ($\times 10^{-4}$ kg·m ²) [J (oz·in ²)]	Standard	0.019 (0.104)	0.03 (0.164)	0.088 (0.481)	0.143 (0.782)	0.6 (3.28)
		With electromagnetic brake	0.022 (0.12)	0.032 (0.175)	0.136 (0.743)	0.191 (1.044)	0.725 (3.963)
	Recommended load/motor inertia moment ratio		30 times the servo motor's inertia moment max. (Note 6)				
	Speed/position detector		17-bit encoder (Resolution per encoder/servo motor rotation: 131072 p/rev)				
	Attachments		—				
	Structure		Totally enclosed non ventilated (protection level: IP55) (Note 1, 7)				
Environment	Ambient temperature	0 to 40°C (32 to 104°F) (non freezing), storage: -15 to 70°C (5 to 158°F) (non freezing)					
	Ambient humidity	80% RH max. (non condensing), storage: 90% RH max. (non condensing)					
	Atmosphere	Indoors (no direct sunlight); no corrosive gas, inflammable gas, oil mist, or dust					
	Elevation/vibration (Note 8)	1000m (3280ft) or less above sea level; X, Y: 49 m/s ²					
Mass (kg [lb])	Standard	0.4 (0.88)	0.53 (1.17)	0.99 (2.18)	1.45 (3.19)	3.0 (6.61)	
	With electromagnetic brake	0.75 (1.65)	0.89 (1.96)	1.6 (3.53)	2.1 (4.63)	4.0 (8.81)	

엔코더의 종류



❖ 증가형 엔코더

- 적분기와 같으며 단지 각 위치의 변화만을 출력한다
- 엔코더가 시작점에 대한 정보를 제공하지 않음
- 전원을 켤 때마다 위치 추적을 하기 위하여 원점검색(홈검색)을 해야함
- 16bit의 resolution인 경우에도 A,-A,B,-B,Z,-Z의 6개의 신호선밖에 필요없음

❖ 절대형 엔코더

- 각 위치에 대한 고유의 위치정보를 출력한다.
- 엔코더가 시작점에 대한 정보를 제공함
- 전원을 켤때마다 원점검색을 할 필요가 없음
- 16bit resolution인 경우 16개의 다수의 신호선이 필요 ->대개의 경우 직렬전송방식을 사용함