

## 경고

모든 설치 작업은 반드시 자격있는  
설치기사에 의해 수행되어야 하며  
관련 법규 및 규정을 준수하여야 합니다.



## Hi4a 제어기 기능설명서

[조인트 링크](#)



---

본 제품 설명서에서 제공되는 정보는 현대중공업의 자산입니다.  
현대중공업의 서면에 의한 동의 없이 전부 또는 일부를 무단 전재 및 재배포할 수 없으며,  
제 3 자에게 제공되거나 다른 목적에 사용할 수 없습니다.

본 설명서는 사전 예고 없이 변경될 수 있습니다.

Printed in Korea - 2007 년 10 월 . 3 판  
Copyright © 2007 by Hyundai Heavy Industries Co., Ltd





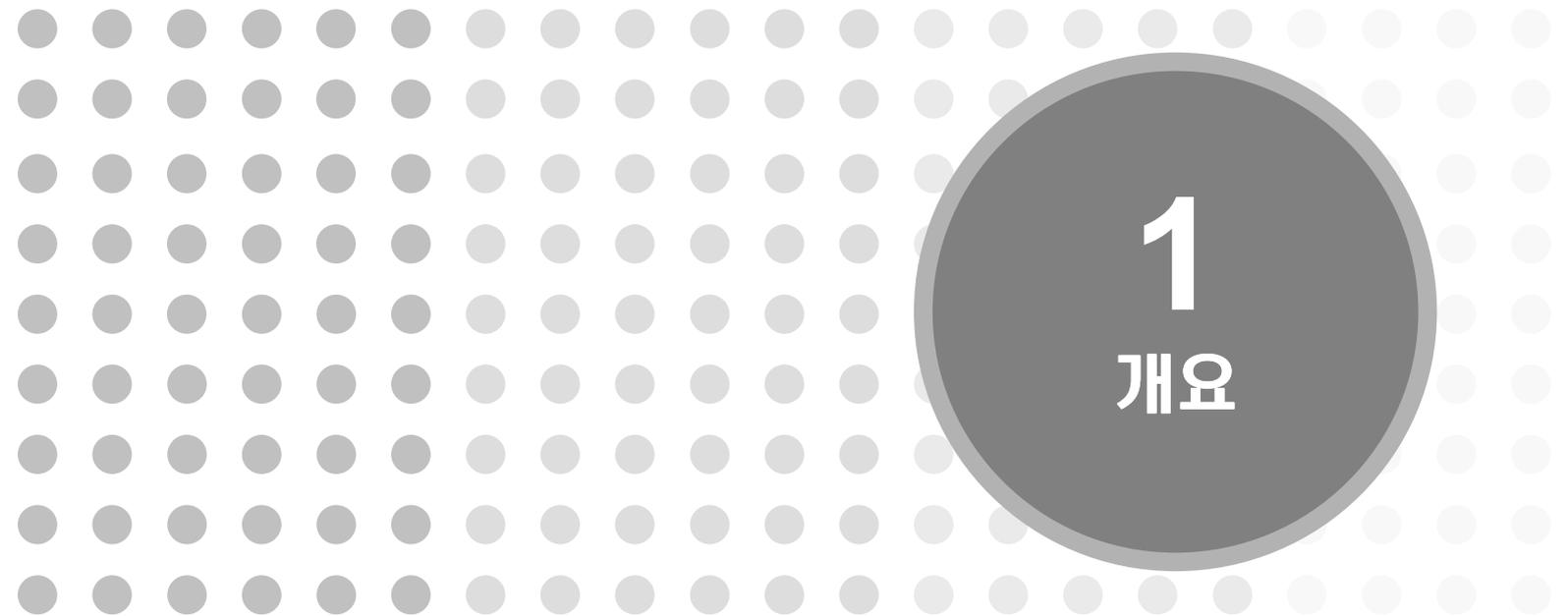
# 목 차

**1. 개요** ..... 1-1

**2. 제어기의 설정** ..... 2-1

2.1. 초기화 ..... 2-2  
2.2. 조그 ..... 2-12  
2.3. 스텝의 기록 ..... 2-12  
2.4. 재생 ..... 2-12





# 1 개요

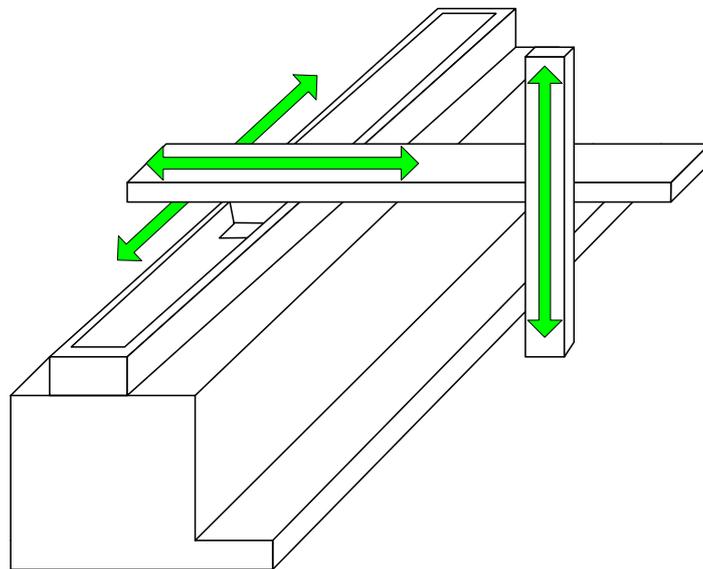


# 1. 개요

Hi4a는 범용 제어기로써 자사의 로봇 모델 및 특수 모델에 대한 적용이 가능합니다.

당사의 고유 로봇모델은 기구학 파라미터 및 동역학 모델이 제어기에 포함되어 있습니다만, 표준 기구본체를 사용하지 않는 경우에는 제어기에 로봇의 형식이 등록되어 있지 않습니다. 이때 본 기능을 사용하여 로봇 타입을 조인트 링크로 선택하고, 각 축 모터 파라미터를 설정하면 미등록된 로봇에 대해서도 구동할 수 있습니다.

각 축의 모터 구동을 위한 파라미터를 부가축과 같은 방식으로 설정하여 로봇 타입이 등록되어 있지 않는 기구를 구동할 수 있도록 하는 것이 본 기능의 목적입니다.



주요 기능 사양	비고
최대 축 수	6
조그	축 별 조작가능 / 직교, 톨 좌표계 조작 불가
보간(interpolation)	보간 OFF 만 지원(직선, 원호 불가)
제어방식	PPI
제진제어, 컨베이어 동기	지원 불가



# 2

## 제어기의 설정



## 2. 제어기의 설정

본 기능은 각 축을 기존의 부가축 설정처럼 등록할 수 있도록 하여, 축 보간 동작이(보간 OFF) 가능한 것이 특징입니다.

### 2.1. 초기화

- (1) 시스템을 초기화합니다.
- (2) 로봇 타입을 JOINLINK 형식으로 선택합니다.

```

16:26:38 ** 로봇 타입 선택 ** A:0 S:2
0: JOINLINK
1: HR006-02 (R2-케이블 카바 없음)
2: HR006-03 (R2-케이블 카바 있음)
3: HR006-04 (브레이크 부착 모터)
4: HR006-05
5: HA006-01
6: HR010L01
7: HR015-01 (Matsushita motor)
8: HR015-03 (Tamagawa motor)
9: HA020-01
10: HR030L01
숫자/[Up] [Down]키로 항목이동후 [SET].
>

```

- (3) 로봇 타입을 선택하고 로봇 축수를 선택합니다. 로봇의 축수는 0~6 까지 선택이 가능하고, 제진제어기와 컨베이어 동기는 선택할 수 없습니다.

```

16:48:36 ** 로봇 타입 선택 ** A:0 S:2
0: JOINLINK
축 수 = [6]
컨베이어 동기 = <OFF, 1EA, 2EA>
제진제어 적용 = <OFF, ON>
수치를 입력하고 [SET]키를 누르시오.
>[1 - 6]

```

```

16:48:58 ** 로봇 타입 선택 ** A:0 S:2
0: JOINLINK
1: HR006-02 (R2-케이블 카바 없음)
2: HR006-03 (R2-케이블 카바 있음)
3: HR006-04 (브레이크 부착 모터)
4: HR006-05
5: HA006-01
6: HR010L01
7: HR015-01 (Matsushita motor)
8: HR015-03 (Tamagawa motor)
9: HA020-01
10: HR030L01
저보파라미터를 설정하시겠습니까?[Yes/No]

```

(4) 각 축의 정수를 설정합니다.

축의 정수를 설정하는 방식은 **부가축의 정수를 설정하는 방식과 동일합니다.**



(5) [PF4]키를 이용하면 다음 축에 대한 정보가 표시됩니다. 설정하고자 하는 모든 축에 대해 설정합니다.



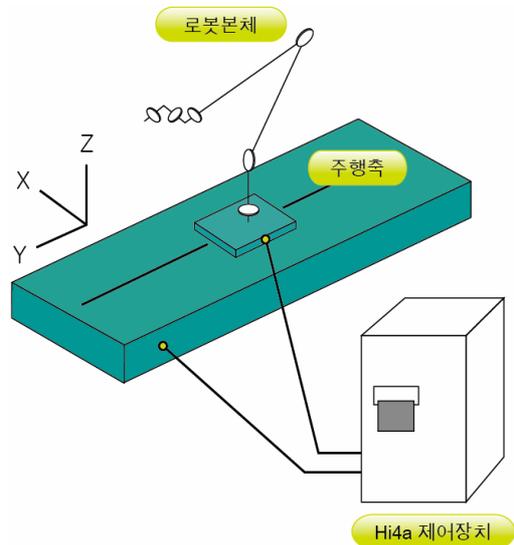
◆ 【축 정수 설명】 ◆

- ① 축 위치 : 부가축의 물리적인 구성을 사용자가 지정하여 사용할수 있도록합니다.  
 BD =[1](1~2) => BD440 보드의 번호를 지정합니다.( 2DSP/1Board )  
 DSP =[1](1~2) => BD440 보드내의 DSP 의 번호를 지정합니다.( 4 축/1DSP )  
 Axis =[4](1~4) => 축번호를 지정합니다.

예) 7 번 부가축을 설정하기 위해서 1,1,4 로 지정하였다면..  
 기본축 6 축 - 주 3 축( 1 번 BD440, 1 번 DSP, 1~3 축 )  
 손목 3 축( 1 번 BD440, 2 번 DSP, 1~3 축 )  
 부가 1 축( 1 번 BD440, 1 번 DSP, 4 번 축 )

- ② 축 사양 : 부가축 종류를 <주행, GUN, JIG, Hand>중에서 선택합니다.  
 부가축 사양을 결정할때는 논리적인 부가축 순서에 따라 주행 → GUN → JIG → Hand 순을 지켜야합니다.

- ③ 축 구성 : 축의 동작방향을 <없음, X, Y, Z, Rxyz>중에서 선택합니다.  
 주행축인경우는 좌/우축 주행이면 <X>, 전/후축 주행이면 <Y>으로 동작되며 선택방법은 로봇본체의 기준자세와 나란하게 설치되어 있으면 <Y>을 선택합니다. GUN 을 설정하는 경우는 『서보건기능 설명서』, JIG 인경우는 『포지셔너동기 기능설명서』를 참조하십시오



- ④ 비트정수[-9999.99999 ~ 9999.99999] :  
 10000bit 의 엔코더 펄스 진행에 따른 이동량을 등록합니다.  
 회전축은 deg/10000bit, 직동축은 mm/10000bit 단위로 등록합니다.  
 Hi4a 제어기 내부에서 사용하는 모터 1 회전당 엔코더 펄스는 8192bit 로 고정되어 있습니다.  
 아래 예시를 참고하십시오.  
 단, 수치의 부호는 모터의 정방향과 일치하여 좌표치가 증가하면 “+” 이고, 반대로 좌표치가 감소한다면 “-” 로 정합니다.

- 예 1) 1/100 감속기만 사용하는 회전축이라면  
 모터 100 회전에 축이 360deg 회전하므로,  

$$\text{비트정수} = 360[\text{deg}] / (100[\text{rev}] \times 8192[\text{bit}]/[\text{rev}]) \times 10000[\text{bit}] = 4,39453$$
- 예 2) 1/20 감속기와 PCD 110mm 인 랙피니언을 사용하는 직동축이라면  
 모터 20 회전에 110xPhi(=3.14159)[mm]를 이동하므로  

$$\text{비트정수} = 110 \times \text{Phi}[\text{mm}] / (20[\text{rev}] \times 8192[\text{bit}]/[\text{rev}]) \times 10000[\text{bit}] = 21.09223$$
- 예 3) 1/5 감속기와 Lead 5mm 인 볼스크류를 사용하는 직동축이라면  
 모터 5 회전에 축이 5mm 이동하므로  

$$\text{비트정수} = 5[\text{mm}] / (5[\text{rev}] \times 8192[\text{bit}/\text{rev}]) = 1.22070$$

- ⑤ 정격회전속도[1000 - 5000] :  
 부가축에서 사용할 모터의 회전속도를 정합니다. 모터의 정격회전 속도를 초과하지 않는 범위에서 결정합니다. 이 속도와 비트정수에 의해서 『[PF2]: 시스템』 → 『3: 로봇 파라미터』 → 『6: 가감속 파라미터』에 있는 부가축의 최고속이 자동으로 설정됩니다. 가감속 파라미터 메뉴에서도 축의 속도를 직접 변경할 수도 있습니다.  
 단, 가감속 시간은 기본값으로 지정되어 있으므로 사용자가 시스템 튜닝 과정에서 가속시간과 감속비율을 재설정해야 합니다.
- ⑥ 최대스토로크[1 - 30000] :  
 『[PF2]: 시스템』 → 『3: 로봇 파라미터』 → 『3: 소프트웨어 리미트의 로봇 유효동작영역(부가축 소프트웨어 리미트)』을 설정하기 위한 정보입니다.
- (6) 서보파라미터를 모든 축에 대해서 설정합니다. 서보파라미터의 설정방법도 『부가축 서보파라미터의 설정방법과 동일』합니다.

```

00:36:34**부가1 서보파라미터** A:0eS:2
엔코더 타입      =<0,1,2,3,4>
엔코더 펄스      =<1024,2048,4096,8192>
엔코더 영점에서의 전류위상각=[ 30]deg
모터 pole수      =<2,4,6,8>
Full Scale 전류(Im)      =[ 93.75]A
전류제한(Ip)      =[ 84.85]A
과부하검지레벨(Ir)      =[ 32.08]A

[SHIFT]+[<-] [->] 키를 누르면 설정됨.
>
    전환면 다음화면 완료
    
```

◆ 【부가축 서보파라미터 설명】 ◆

- 아래 설명중 통상이라고 표현된 것은 제작사에 의해서 바뀔 수도 있으므로 참고용으로만 사용하시기 바랍니다.
- 각 항목 설정 이후 부하상태에 따라서 『[PF2]: 시스템』 → 『3: 로봇 파라미터』 → 『6: 가감속파라미터』에서 가감속정보, 『[PF2]: 서비스』 → 『3: 로봇 파라미터』 → 『12: 서보파라미터 설정』 → 『1: 서보루프게인』의 위치루프 비례게인(Kp)과 속도루프 비례게인(Kv)을 조정하여 사용합니다.

① 엔코더 타입

0 : 安川, 1 : 多摩川, 2 : 松下, 3 : 松下 Compact

Hi4a 제어기에서는 절대치 엔코더만을 대응할 수 있습니다.

현재까지 당사의 양산 모델 로봇에서 사용한 모터의 엔코더는 『3 : 松下 Compact』에 해당합니다.

Tamagawa 에서 당사에 공급하는 양산용 모터도 『3 : 松下 Compact』 형식의 엔코더를 장착하여 당사에 공급되었습니다.

② 엔코더 펄스

< 1024, 2048, 4096, 8192 >

모터 1 회전당 엔코더에서 출력되는 인크리멘탈 펄스의 개수입니다.

모터에서 출력되는 엔코더 펄스를 설정하면 Hi4a 제어기 내부에서는 자동적으로 모든 엔코더를 8192 펄스로 변환하여 계산합니다. 따라서 부가축 비트정수를 계산할 때에는 엔코더 펄스 설정값과 관계없이 항상 8192 펄스를 기준으로 계산합니다.

통상 安川 12bit 엔코더는 1024, 安川 15bit 엔코더는 8192 이고, 松下는 2048, 多摩川는 4096 입니다.

엔코더 타입에서와 마찬가지로 현재까지 당사의 양산 모델 로봇에서 사용한 모터의 엔코더는 2048 펄스이며, Tamagawa 에서 당사에 공급하는 모터도 2048 펄스의 엔코더를 장착하여 당사에 공급되었습니다.

③ 엔코더 영점(0)에서의 전류위상각

$\theta$  [deg]

엔코더 0 점에서 전류위상각도를 입력합니다.

통상 安川과 多摩川은 0, 松下는 30 입니다.

엔코더 타입에서와 마찬가지로 현재까지 당사의 양산 모델 로봇에서 사용한 모터의 엔코더 영점에서의 전류위상각은 30deg 이며, Tamagawa 에서 당사에 공급하는 모터도 30deg 의 위상각으로 맞춰서 당사에 공급되었습니다.

④ 모터 pole 수

< 2, 4, 6, 8 >

모터 pole 수를 입력합니다.

현재까지 당사의 양산 모델 로봇에서 사용한 모터의 pole 수는 모두 8 극이었습니다.

⑤ Full Scale 전류

$I_m$  [Apeak]

S/W 서보제어 연산時 전류변수(토크 Command)의 Full Scale 에 해당하는 전류 값 입니다.

Full Scale 전류 값은 식 1)에 의해 구해지고 Shunt 저항 및 Hall Sensor 출력 사양에 따라 변합니다.

## 2. 제어기의 설정

$$\text{Fullscale 전류} = \text{전류 feedback 전압} \times \frac{7.5}{8} \text{ (식 1)}$$

AMP Model	Hall Sensor 기호 (사양)	Shunt 저항기호 (저항 값)	Full Scale 전류 (Im)	사용가능 IPM(정격전류)
대형 6 축/부가축 AMP	0 (4V/75A)		140.62Apeak	PM150CSD060(150A) PM150CSD060(150A) PM100CSD060(100A) PM75CSD060(75A)
	1 (4V/50A)		93.75Apeak	
	2 (4V/25A)		46.87Apeak	
	3 (4V/15A)		28.12Apeak	
	4 (4V/10A)		18.75Apeak	
	5 (4V/5A)		9.37Apeak	
중형 6 축/부가축 AMP		1 (2mΩ)	93.75Apeak	PM100CSD060(100A) PM75CSD060(75A)
		2 (4mΩ)	46.87Apeak	
		3 (8mΩ)	23.44Apeak	
		4 (12mΩ)	15.58Apeak	
		5 (16mΩ)	11.72Apeak	
소형 6 축/부가축 AMP	1 (4V/15A)		28.12Apeak	PM30CSJ060(30A)
	2 (4V/10A)		18.75Apeak	PM30CSJ060(30A)
	3 (4V/5A)		9.37Apeak	PM30CSJ060(30A) PM10CSJ060(10A)

### ⑥ 전류제한

$I_p$  [Apeak]

Motor 출력 최대전류를 의미합니다. 전류제한 값의 설정은 적용 기구의 동작사양을 만족하기 위해 Motor 에서 필요한 전류 값을 설정 합니다. 설정 가능 범위는 아래의 3 개 조건을 만족하는 범위로 하고, 제어 성능의 향상을 위해 가능한 한 Full Scale 전류 근처를 사용하도록 설정합니다.

조건 1) Motor Catalog 상의 순시최대전류 이내

조건 2) AMP 최대 출력전류 이내

조건 3) Full Scale 전류(Im)의 97% ≥ 전류제한(Ip) ≥ Full Scale 전류(Im)의 40%

※ AMP 최대/연속 출력전류(IPM 최대정격)

AMP 최대 출력 전류는 사용 IPM의 정격에 의해 식 2)와 같이 제한됩니다. 또한 연속 사용 전류는 IPM의 방열조건(Heat Sink, 강제냉각 등) 및 구동조건(Switching Loss, On 저항 등)등에 의해 IPM의 Junction 온도가 허용범위 이내 인가를 평가시험을 통하여 구한 사용 한계는 IPM 정격전류의 약 60%이내입니다.

단 대형 AMP의 순시최대 출력은 식 2)와 관계없이 AMP의 구조와 관계하여 아래표의 허용전류로 제한됩니다.

$$IPM \text{ 정격전류} \geq \text{순시 최대사용전류} \times 1.1 (\text{사용전류의 } 10\% \text{ margin}) \text{ -- 식 2)}$$

IPM 종류	정격전류[기호]	항목	허용 전류(Apeak)	사용 Model
PM150CSD060	150A [L]	AMP 최대 출력전류	125	대형 6축 AMP
		AMP 연속 출력전류	60	
PM100CSD060	100A [X]	AMP 최대 출력전류	90.9	대형 6축 AMP, 중형 6축 AMP, 대형 부가축 중형 부가축
		AMP 연속 출력전류	60	
PM75CSD060	75A [Y]	AMP 최대 출력전류	68.18	
		AMP 연속 출력전류	45	
PM30CSJ060	30A [A]	AMP 최대 출력전류	27.27	소형 6축 AMP, 소형 부가축
		AMP 연속 출력전류	18	
PM10CSJ060	10A [D]	AMP 최대 출력전류	9.09	
		AMP 연속 출력전류	6	

## 2. 제어기의 설정

■ Full Scale 전류(1m)의 40% 미만의 경우는 Shunt 저항/ Hall Sensor 를 변경하여 대응합니다.

AMP Model	IPM 기호	Hall Sensor / Shunt 저항 기호	전류제한 설정가능범위 (Apeak)	
대형 6축/ 부가축 AMP	L	0	125 ~ 70.31	
	L, X	1	90.90 ~ 37.50	
	Y		68.18~37.50	
	L, X, Y	2	45.46 ~ 18.75	
	L, X, Y	3	27.27~ 11.25	
	L, X, Y	4	18.19~7.50	
	L, X, Y	5	9.08~3.75	
중형 6축/ 부가축 AMP	X	1	90.90 ~ 37.50	
	Y		68.18~37.50	
	X, Y	2	45.46 ~ 18.75	
	X, Y	3	22.75~9.38	
	X, Y	4	15.11~6.23	
	X, Y	5	11.37~4.69	
소형 6축/ 부가축 AMP	A	1	27.27 ~ 11.25	
	A	2	18.19~7.50	
	A, D	3	9.08~3.75	

### ⑦ 과부하 금지레벨

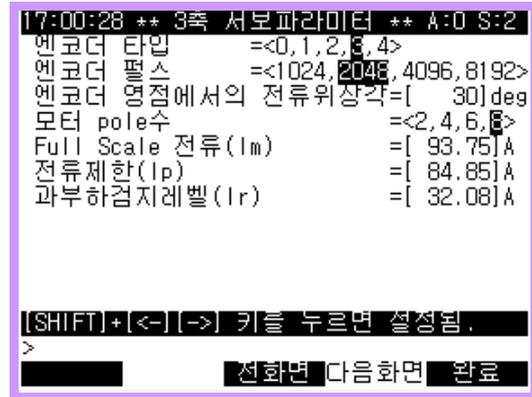
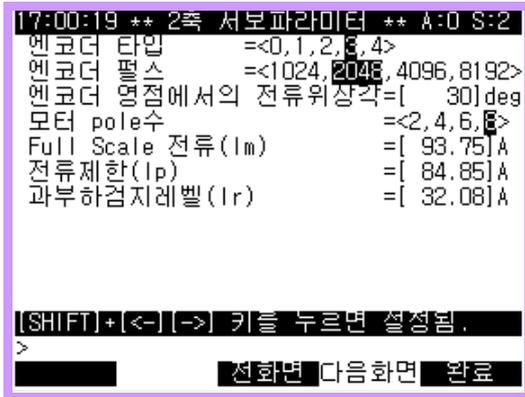
Is [Apeak]

Motor 출력 연속전류를 의미한다. 과부하 금지 레벨의 설정은 적용기구의 Trms(최대부하, 최고속, 최대 반복 동작패턴의 토크 평균값)를 계산 or 실측하여 그에 해당하는 전류값을 설정한다. 설정 가능 범위는 아래의 2개 조건을 만족하는 범위로 한다.

조건 1) Motor Catalog 상의 정격전류 이내

조건 2) AMP 연속 출력전류 이내

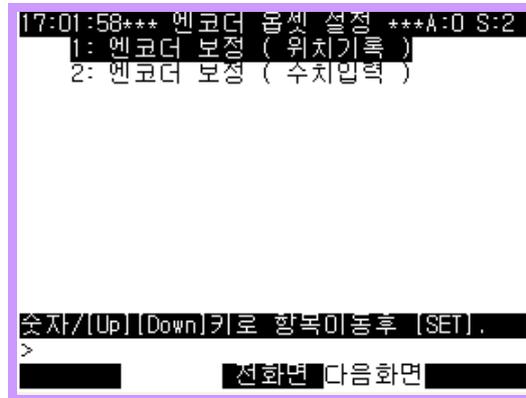
(7) [PF4]키를 이용하면 다음 축에 대한 정보가 표시됩니다. 설정하고자 하는 모든 축에 대해 설정합니다.



(8) 설정을 완료 하면 전원을 재투입합니다.

(9) 엔코더 옵셋을 설정합니다.(각 축의 기준위치를 설정합니다.)

『[PF2]: 시스템 설정』 → 『3: 로봇 파라미터』 → 『5: 엔코더 옵셋설정』에서 수행합니다.



(10) 전류루프 게인 등을 설정합니다.

(11)서보 루프 게인을 튜닝합니다.

```

17:04:37 ** 서보 루프 게인 ** A:0eS:2
=====
J1
Kp[ 100] Kf[  0] Kv[ 5000] Kb[  20]
Ki[  150] F1[  500] F2[  300] Fc[  0]
Im[ 9375] Ip[ 8485] Ir[ 3208] Ti[  16]
Kc[  0]
=====
J2
Kp[  100] Kf[  0] Kv[ 5000] Kb[  20]
Ki[  150] F1[  500] F2[  300] Fc[  0]
Im[ 9375] Ip[ 8485] Ir[ 3208] Ti[  16]
Kc[  0]
항목선택, 수치입력후 [SET]키를 누르시오.
>[0 - 9999]
초기화      선회면 다음화면 완료
    
```

서보 루프 게인의 각 파라미터의 의미는 다음과 같습니다.

- Kp : 위치루프 비례게인
- Kf : FeedForward 게인
- Kv : 속도루프 비례게인
- Kb : 속도 Feedback 정수
- Ki : 속도 적분 게인
- F1 : 1st Filter 시정수
- F2 : 2nd Filter 시정수
- Fc : 필터계수
- Im : AMP 최대 전류
- Ip : 설정 최대 전류
- Ir : MOTOR 연속 전류
- Ti : MOTOR 과부하 검지 시정수

(12)모터의 파라미터를 모두 설정한 후에는 각 축을 영점위치에 이동시킨 후 엔코더 옵셋보정을 재실시 하여 정확한 기준위치를 설정합니다.

◆ **【주의사항】** ◆

- 서보 파라미터를 튜닝할 때는 반드시 당사에 문의하십시오.
- 전류 루프 게인을 설정할 때는 반드시 당사에 상의하여 설정하십시오.
- 각 축의 모터에 대한 사양에 맞지 않는 파라미터를 설정하면 모터에 손상을 줄 수 있습니다.

## 2.2. 조그

- (1) 축 좌표계만 선택이 가능합니다.
- (2) 1 ~ 6 축 이내에서 설정한 축에 대해서 조작이 가능합니다.
- (3) 보조축 키를 누른 경우에도 동일하게 동작합니다.

## 2.3. 스텝의 기록

- (1) 각 축을 원하는 위치로 이동합니다.
- (2) 기록 키를 눌러 스텝위치를 기록합니다. 이때 직선, 원호 보간으로는 기록이 불가능합니다.

## 2.4. 재생

- (1) 자동 모드로 절환합니다.
- (2) 모터 ON 을 합니다.
- (3) 기동(start) 스위치로 기동합니다.



● **Head Office**

Tel. 82-52-202-7901 / Fax. 82-52-202-7900  
1, Jeonha-dong, Dong-gu, Ulsan, Korea

● **A/S Center**

Tel. 82-52-202-5041 / Fax. 82-52-202-7960

● **Seoul Office**

Tel.82-2-746-4711 / Fax. 82-2-746-4720  
140-2, Gye-dong, Jongno-gu, Seoul, Korea

● **Ansan Office**

Tel.82-31-409-4945 / Fax.82-31-409-4946  
1431-2, Sa-dong, Sangnok-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, Korea

● **Cheonan Office**

Tel.82-41-576-4294 / Fax.82-41-576-4296  
355-15, Daga-dong, Cheonan-si, Chungcheongnam-do, Korea

● **Daegu Office**

Tel.82-53-746-6232 / Fax.82-53-746-6231  
223-5, Beomeo 2-dong, Suseong-gu, Daegu, Korea

● **Gwangju Office**

Tel. 82-62-363-5272 / Fax. 82-62-363-5273  
415-2, Nongseong-dong, Seo-gu, Gwangju, Korea

● **본사**

Tel. 052-202-7901 / Fax. 052-202-7900  
울산광역시 동구 전하동 1번지

● **A/S 센터**

Tel. 82-52-202-5041 / Fax. 82-52-202-7960

● **서울 사무소**

Tel. 02-746-4711 / Fax. 02-746-4720  
서울특별시 종로구 계동 140-2번지

● **안산 사무소**

Tel. 031-409-4959 / Fax. 031-409-4946  
경기도 안산시 상록구 사동 1431-2번지

● **천안 사무소**

Tel. 041-576-4294 / Fax. 041-576-4296  
충남 천안시 다가동 355-15번지

● **대구 사무소**

Tel. 053-746-6232 / Fax. 053-746-6231  
대구광역시 수성구 범어 2동 223-5번지

● **광주 사무소**

Tel. 062-363-5272 / Fax. 062-363-5273  
광주광역시 서구 농성동 415-2번지