

## 고성능 SCARA ROBOT 개발

이영우, 안태영, 권구빈, 손진국, 민정동

삼성정밀연구소

The Design and Development of High Performance  
SCARA ROBOTYoung-Woo LEE, Tae-Young AN, Koo-Bin KWON,  
Sin-Kook SON and Jung-Dong MIN

Sam Sung Precision Industries Co., Ltd. Research Lab.

## ABSTRACT

This paper handles the illustrations about various characteristics of SCARA type ROBOT developed by Samsung Precision Ind. and includes system structure, controller, robot language and future developing plan.

This robot has high-precision, high-speed and flexible movement performances. So it is very useful for small parts assembly systems

## 1. 서 론

선진국에서는 약 20년전 부터 산업용 로봇이 개발 자동화 생산 계통에 널리 보급되어 있지만 우리나라의 경우는 로봇에 대한 인식 부족과 값싼 인건비로 인하여 로봇을 이용한 자동화가 미비한 실정이다.

그러나 점차로 자동화에 대한 필요성이 대두되어 로봇에 대한 인식이 높아짐에 따라 로봇을 이용하여 작업을 수행해 보려는 연구 노력이 증대되고 있다. 그렇지만 국내 로봇 기술의 부족으로 인해 소모되는 대부분의 로봇이 수입에 의존하고 있어 로봇의 국산화가 절실히 요구되고 있다.

이에 삼성정밀에서는 83년부터 로봇의 개발에 착수하여 84년 SCARA 형 조립용 로봇 개발을 완료하여 자사의 카메라 조립 라인에 적용하였고, 다시 축적된 기술을 바탕으로 성능 및 기능을 증가시키고 소형화된 SCARA 형 로봇의 개발을 86년 6월에 완료하였다. (1) 이 소형 로봇은 새로운 기술인 robot language 를 채택하였고 computer 및 vision controller 와의

interface 에 용이하도록 설계되었으며 정밀 조립 작업에 적합하도록 선진국 수준과 동등한 고속, 고정밀도를 실현하였다.

이제 소형 로봇 시스템의 특징과 robot language 및 향후 개발 계획에 대해 간단히 기술 하고자 한다.

## 2. 로봇 시스템

## 1). 소형 로봇(WISEMAN)의 특징

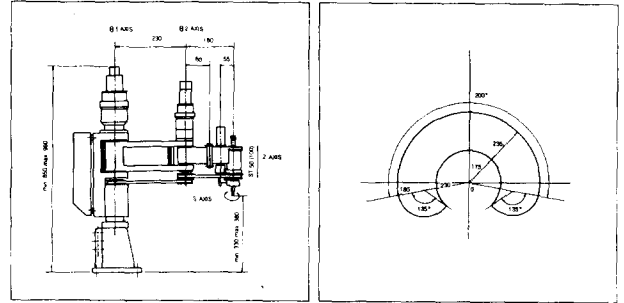
당사가 개발한 소형 로봇 WISEMAN 은 조립용으로 개발된 수평다관절의 SCARA 형이다. 조립용 로봇이 점점 더 고속화 및 고도의 정밀도를 요구하는 추세에 맞추어 개발되었으며 선택적 compliance 을 가진 로봇 arm 은 작업 선정시 유연성을 발휘한다. 또한 공정 적용시의 편리성을 위해 다양한 teaching 방식과 자체 개발한 robot language 를 채용했다. robot language 의 사용에도 새로이 program loader 를 개발하여 on-line 뿐만 아니라 off-line 에서도 작업 program 을 작성할 수 있다. WISEMAN 의 주요 특징을 보면 다음과 같다.

- (1) 빠른 응답 특성을 갖는 mechanism
- (2) 고속, 고정밀도의 위치 결정
- (3) 다양한 teaching 방식
- (4) 사용하기에 편리한 robot language 의 개발
- (5) Flexible 한 control system
- (6) 다양한 주변 장치와의 접속이 가능
- (7) 손쉬운 maintenance

2). WISEMAN 의 구성

WISEMAN 의 구성은 <그림 1.> 과 같이 manipulator (SPR 410), controller (SPC 641), program loader (P/L) 및 operating box (O/B) 가 각종 cable 로 연결되어 기본 system 을 이룬다. 이외에 별도의 RS-232C 2 channel 이 있어 host computer 와 그 주변 기기 및 vision controller 를 연결하여 group control 과 고기능의 실현이 가능하다. <그림 1.> 에 보인 system 의 동작은 P/L 에서 입력된 프로그램을 controller 가 해석, 연산 및 변환하여 manipulator 의 각 축을 구동하는 일련의 sequence 로 이루어진다. 여기서 P/L 은 프로그램을 처음 입력할 때는 필수적이거나, 입력후는 O/B 만으로도 동작 수행이 가능하다. 이 O/B 는 로봇의 현재 위치 및 controller 의 상태를 표시하며 각 로봇가 가지는 기본 기능 즉, 'RUN', 'PAUSE', 'STBP', 'RESET', 'HOMR' 등을 수행한다.

공정에 알맞는 여러 형태로 교환하여 사용하도록 되어 있다. <그림 2.> 은 manipulator 의 동작 범위를, <표 1.> 은 manipulator 의 spec. 을 나타낸다.



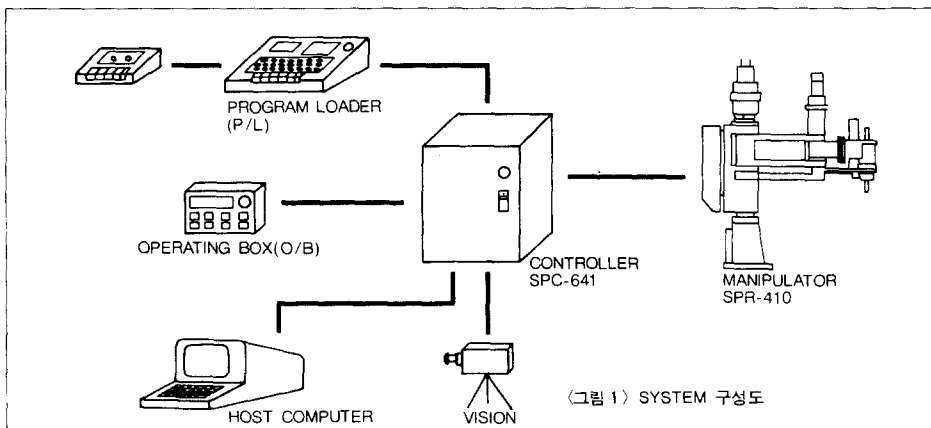
<그림 2> MANIPULATOR의 SPEC과 동작범위

3). Manipulator

Manipulator 는 SCARA 형으로 최대 4 D.O.F.(degree of freedom) 을 가지며 Z 축과 S 축은 option 이다. 이는 다시 main body 와 공구단으로 분리된다. Main body 에는  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ , S 축으로 이루어 지며  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  는 <그림 2.> 처럼 평면적 동작 범위를 결정하고 S 축은 grip 의 회전을 발생시킨다. Z 축은 motor 이외에 공압 cylinder 의 사용이 가능하다. Grip 은 공구단 전체와 마찬가지로

항 목		SPEC
동작범위	1 AXIS ( $\theta_1$ )	200°
	2 AXIS ( $\theta_2$ )	± 135°
	Z AXIS	50mm
	S AXIS	± 90°
ARM 길이	1 AXIS ( $\theta_1$ )	230mm
	2 AXIS ( $\theta_2$ )	180mm
	합 성	410mm
최대동작 속도	1 AXIS ( $\theta_1$ )	2.201mm/sec
	2 AXIS ( $\theta_2$ )	1.507mm/sec
	합 성	3.708mm/sec
분 해 능 (Resolution)	1 AXIS ( $\theta_1$ )	0.0046°
	2 AXIS ( $\theta_2$ )	0.0072°
	Z AXIS	25 $\mu$ m
	S AXIS	0.45°
위치반복정도		30 $\mu$ m이하
가 반 중량		5kg

<표 1.> SPECIFICATION



<그림 1> SYSTEM 구성도

#### 4). Controller

WISEMAN 의 controller 는 크게 main CPU board 와 servo CPU board 로 나누어 진다. Main CPU board 는 controller 의 전 기능을 관장하면서 사용자가 작성한 job program 을 수행시킨다. 또한 main CPU board 는 주변의 I/O board, P/L, O/B 등과 연결되어 있으며 이 외에도 computer 및 vision controller 와 interface 할 수 있는 기능을 가진다. <그림 3.>

Servo CPU board 는 DC servo motor 3 축과 step motor 1 축의 위치 및 속도를 관장한다. Main CPU board 와 servo CPU board 와의 interface 는 common RAM 방식을 사용하여 data 를 주고 받는다. Servo CPU board 는 main CPU board 에서 주어지는 위치 및 이동 시간에 관한 data 를 가지고 각 motor 의 speed 와 가감속 패턴을 결정하여 position board 에 pulse 열로 출력하게 된다.

position board 는 position feedback loop 를 형성하여 위치정도를 결정하는 기능을 가진다.  $\theta 1$ ,  $\theta 2$ , Z 축은 servo motor 를 사용하여 closed loop 로 형성되어 있고 S 축은 step motor 를 사용하여 open loop 로 제어된다. Servo driver 는 speed 와 torque feedback loop 를 형성하여 각 축의 speed 와 torque 및 진동 정도를 결정한다.

### 3. ROBOT LANGUAGE

#### 1). Robot Language 의 특징

WISEMAN 에 사용되는 robot language 는 자체 개발된 BASIC 형태의 interpreter 로 되어 있다. 이 interpreter

의 장점은 대화형 언어로 사용자가 쉽게 프로그램을 작성하고 수행시킬 수 있으며 debugging 도 용이하다. 로봇트를 구동시키기 위한 위치 이동 명령, I/O board 제어 명령, 속도 제어 명령 등으로 robot language 가 구성되어 있다.

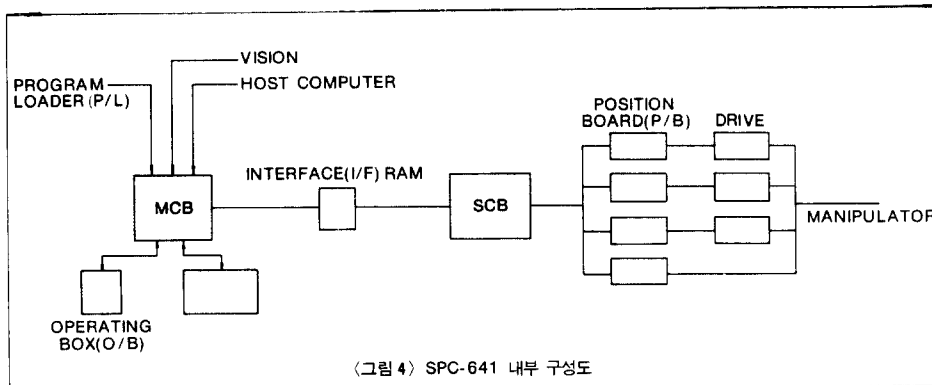
#### 2). Programming

프로그램의 작성 및 위치 지정 등은 P/L 을 통하여 이루어 진다. P/L 은 20x2 line 의 LCD 와 소형 printer 를 자체에 내장한 portable computer 이다. P/L 에는 프로그램의 edit 기능, RS-232C 를 통한 controller 와의 interface 기능, print 기능 및 cassette 에 file 을 save 와 load 할 수 있는 기능이 있다. 또한 teaching 시에는 key board 에 있는 inching 및 p.p key 로 robot 를 직접 구동할 수도 있으며 off-line 으로 program 을 edit 하여 file 을 관리한다.

#### 3) Program 예

<그림 3.> 는 WISEMAN 으로 palletizing 작업을 하기 위한 program 의 일부분을 나타내는 예이다.

10 번 문장은 I/O 단자중 4 번 input 의 상태를 프로그램 수행 중에 계속적으로 check 하여 high 가 되면 300 번 문장으로 분기하라는 명령이다. 분기후 다시 원래 수행중인 문장으로 복귀하려면 'RESUME' 이란 명령을 사용한다. 30 번에서 50 번 문장은 output 단자 1 번에서 4 번 까지를 off 시키라는 명령이다. 60 번 문장은 arm 의 속도를 지정하는 명령으로 1 부터 9 까지 지정할 수 있으며 일단 지정이 되면 새로이 변경할 때까지



<그림 4> SPC-641 내부 구성도

```

10 ONIN 4,300
20 HOME
30 FOR RST = 1 TO 4
40 OFF(RST)
50 NEXT RST
60 SPEED 7
70 FOR LOOP = 1 TO 100
80 MOVE P30
90 ON(5)
100 FOR PA.LL = 2 TO 20 STEP 2
110 JUMP P(PA.LL - 1)
120 ON(PA.LL + 4)
130 PULSE 5,10
140 JUMP P(PA.LL)
150 OFF(PA.LL + 4)
160 PULSE 5,10
170 WAIT. 20
180 NEXT PA.LL
190 IF SW(1) = 1 THEN GOTO 80
200 IF IN(3) OR IN(2) THEN OFF(5)
210 OUT #3,LOOP
220 NEXT LOOP
230 WAIT SW(2) = 1
240 GOSUB 260
250 GOTO 10
260 FOR SET = 1 TO 4
270 ON(SET)
280 NEXT SET
290 RETURN
300 GOSUB 260
310 HOME
320 END

```

<그림 4.> 프로그램 예

유호하다. 70 번과 220 번의 FOR-TO-NEXT 문은 80 번에서 210 번 routine 을 100 번 반복 수행한다. 100 번과 180 번의 FOR-TO-NEXT 문은 미리 입력된 20 point 에 해당되는 job 을 'JUMP' 명령에 의해 수행시키는 부분이다. 이때 'JUMP' 명령은 arm 의 Z 축을 먼저 위로 올리고 e1, e2, S 축이 움직인 다음 Z 축이 다시 지정한 위치로 내려온다. 190 번 문장과 200 번 문장은 외부 입력단자의 상태에 따른 조건 처리를 나타낸 것이다.

210 번 문장은 3 번째의 RS-232C 에 외부 device 가 연결되어 있을 경우에 loop 가 몇번 수행되었다는 것을 알리는 부분으로 외부 device 와의 interface 에 사용한다. 230 번 문장은 O/B 의 switch 2 번이 한번 눌러지면 작업을 계속하라는 명령으로 한 job 이 끝났을 때 사용자가 처리해 주기를 기다리는 부분이다. 250 번 문장에서 다시 처음으로 돌아가 'HOME' 을 수행하고 이제까지의 작업을 반복한다. 여기서 10 번 문장에서 지정한대로 4 번 input 이 high 가 되어 300 번 문장으로 분기하면 I/O 명령을 처리하고 'HOME' 을

수행한 후 동작을 끝내게 된다. 여기서 예를 들은 명령 외에도 다양한 기능의 명령이 존재한다.

#### 4. 향후 개발 계획

현재까지 로봇 연구는 운동학 및 동력학적으로 연구되어 왔으나 궁극적으로 FA 의 한 구성으로서 현장에서 보다 효율적, 효과적으로 인간의 일을 대신하기 위해 신뢰성, 현장 적응성, 사용의 편리함을 갖춘 지능 로봇의 개발이 필요로 되고 있다. 이에 대해 삼성정밀에서는 산업용이라는 측면에서 다음과 같은 연구를 계속하고 있다.

- (1) 보다 성능이 우수하며 작업 분야가 넓은 산업용 로봇의 개발 즉, 구동시의 고퍼워 및 trajectory planning 등에 대한 연구
- (2) 현재의 산업용 로봇에 새로운 기능을 추가 즉, vision system 과 compliance system 에 대한 연구
- (3) 로봇을 보다 사용하기 쉽도록 하는 연구 즉, graphic simulation 과 off-line programming 을 위한 high-level 언어의 개발
- (4) 주변 장치를 이용하여 로봇의 작업 능력을 향상시키는 연구

#### 5. 결론

이제까지 삼성정밀에서 개발한 소형 로봇 WISEMAN 의 내부 구성, 기능, 특징 및 자체 개발한 로봇 언어에 대해서 설명하였다. 향후 이 소형 로봇을 개발하면서 축적된 기술을 바탕으로 보다 나은 로봇의 개발과 앞으로 타격을 공장 자동화에 기여하기 위한 연구를 계속할 것이다.

#### 참고 문헌

- (1) "개발 완료 보고서", 삼성정밀 자동화 시스템 연구실, 1986, 6 월