HYUNDAI ROBOTICS

경고

모든 설치 작업은 반드시 자격있는

설치기사에 의해 수행되어야 하며

관련 법규 및 규정을 준수하여야 합니다.

HYUNDAI ROBOTICS

Hyundai Robot

Hi5aPA170401FMKR3

Hi5a 제어기 기능설명서

팔레타이즈

HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

본 제품 설명서에서 제공되는 정보는 현대로보틱스의 자산입니다.
현대로보틱스의 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 - 2017 년 4 월. 2 판
Copyright © 2017 by Hyundai Robotics Co., Ltd

목 차

1. 개요 1-1

1.1. 현대로보틱스 로봇 팔레타이징 S/W 1-2
1.2. 특징 1-3

2. HRpalware v1.0 2-1

2.1. HRpalware 의 설치 2-2
2.2. HRpalware 흐름도 2-3
2.3. 팔레트, 패키지, 간지 정보 2-4
2.3.1. 팔레트 정보 2-4
2.3.2. 패키지, 간지 정보 2-6
2.4. 패턴 생성 2-7
2.4.1. 패턴 생성 메뉴 2-7
2.4.2. 패턴 생성 결과 2-9
2.5. 패턴 수정 2-11
2.5.1. 적재물의 위치 수정 2-12
2.5.2. 순서 변경 2-12
2.5.3. 추가 2-13
2.5.4. 방향전환 2-13
2.5.5. 삭제 2-14
2.5.6. 팔레트 좌표계 원점 설정 2-15
2.5.7. 핸드 개방 방향 설정 2-16
2.5.8. 완료 2-16
2.6. 패턴 관리 2-17
2.6.1. 패턴설정 2-18
2.6.2. 삭제, 수정결과 저장 2-19
2.6.3. 완료 2-19
2.7. 사용자 패턴 정의 2-20

3. HRpal v1.0 3-1

3.1. HRpal 흐름도 3-2
3.2. 팔레트, 패키지, 간지 정보 3-3
3.2.1. 팔레트 정보 3-3
3.2.2. 패키지, 간지 정보 3-4
3.3. 패턴 생성 3-5
3.3.1. 패턴 생성 메뉴 3-5
3.3.2. 패턴 생성 결과 3-7
3.4. 패턴 수정 3-9
3.4.1. 적재물의 위치 수정 3-10
3.4.2. 순서 변경 3-12
3.4.3. 추가 3-13

HYUNDAI ROBOTICS

목차

3.4.4. 방향전환 3-13
3.4.5. 삭제 3-14
3.4.6. 팔레트 좌표계 원점 설정 3-15
3.4.7. 핸드 개방 방향 설정 3-16
3.4.8. 저장 3-16
3.5. 패턴 관리 3-17
3.5.1. JOB 생성 3-18
3.5.2. 옵션 수정 3-18
3.5.3. 패턴 삭제, 패턴 저장, 종료 3-19
3.6. 사용자 패턴 정의 3-20

4. 팔레타이징 표준 프로그램 4-1

4.1. 변수 구성 4-2
4.2. 전체 순서도 4-4
4.3. 프로그램 구성 4-5
4.3.1. 메인 프로그램 4-6
4.3.2. Vacuum On, Off 4-8
4.3.3. 공정 파라미터 설정 4-8
4.3.4. 각종 변수, 신호 초기화 4-9
4.3.5. 홈포지션, 작업물 위치 포즈 프로그램 4-11
4.3.6. 툴 제어 프로그램 4-11
4.3.7. 팔레트별 적재패턴, 간지 시프트 변수 프로그램 4-12
4.3.8. 팔레트 좌표계 생성 프로그램 4-13
4.3.9. 팔레트, 간지 파라미터 설정 4-15
4.3.10. 팔레타이징, 간지 모션 프로그램 4-16
4.4. 표준프로그램의 기본적인 사용 4-17
4.4.1. 변수 설정 4-17
4.4.2. 위치 기록 4-17

5. 시뮬레이션 예제 5-1

5.1. 환경 구성 5-3
5.2. 패턴 생성을 위한 단계별 진행 5-4
5.3. HRSpace3 환경 설정 및 시뮬레이션 수행 5-8
5.3.1. 레이아웃 배치 및 JOB 프로그램 로드 5-8
5.3.2. JOB 프로그램 수정 및 위치 기록 5-12
5.4. 디팔레타이징 5-16

HYUNDAI ROBOTICS

그림 목차

그림 1.1 HRpalware v1.0 메인화면 1-2
그림 1.2 HRpal v1.0 메인화면 1-2
그림 2.1 HRpalware 설치 디렉토리 2-2
그림 2.2 용도 설정 메뉴에서 팔레타이징 유효 상태 확인 2-2
그림 2.3 HRpalware 사용 흐름도 2-3
그림 2.4 팔레트 정보 메뉴 2-4
그림 2.5 신규 버튼을 누른 후에 나타나는 결과 2-4
그림 2.6 패키지 정보 메뉴 2-6
그림 2.7 간지 정보 메뉴 2-6
그림 2.8 패턴 생성기 메뉴 2-7
그림 2.9 단처짐 보상 기능 적용 예시 2-8
그림 2.10 패턴 생성 결과 메뉴 구성 2-9
그림 2.11 패턴 수정 메뉴 2-11
그림 2.12 적재 순서 변경 기능 2-12
그림 2.13 적재물 추가 기능 2-13
그림 2.14 적재물 방향 전환 기능 2-13
그림 2.15 적재물 삭제 2-14
그림 2.16 팔레트 좌표계 원점 설정 기능 2-15
그림 2.17 팔레타이징용 그리퍼들 2-16
그림 2.18 핸드 개방 방향 지정 기능 2-16
그림 2.19 패턴 관리 기능 2-17
그림 2.20 옵션 수정 메뉴 2-18
그림 2.21 사용자 패턴 정의 메뉴 2-20
그림 3.1 HRpal 사용 흐름도 3-2
그림 3.2 팔레트 정보 메뉴 3-3
그림 3.3 패키지 정보 메뉴 3-4
그림 3.4 간지 정보 메뉴 3-4
그림 3.5 패턴 생성기 메뉴 3-5
그림 3.6 패턴 생성 결과 메뉴 구성 3-7
그림 3.7 패턴 수정 메뉴 3-9
그림 3.8 패턴 수정 중, 상호 간섭이 발생하는 경우 3-10
그림 3.9 적재물의 무게 중심이 팔레트 영역 밖으로 이동할 경우 3-11
그림 3.10 적재 순서 변경 기능 3-12
그림 3.11 적재물 추가 기능 3-13
그림 3.12 적재물 방향 전환 기능 3-13
그림 3.13 적재물 삭제 3-14
그림 3.14 팔레트 좌표계 원점 설정 기능 3-15
그림 3.15 팔레타이징용 그리퍼들 3-16
그림 3.16 핸드 개방 방향 지정 기능 3-16
그림 3.17 패턴 관리 기능 3-17
그림 3.18 옵션 수정 메뉴 3-18
그림 3.19 사용자 패턴 정의 메뉴 3-20
그림 4.1 표준 프로그램 전체 순서도 4-4

HYUNDAI ROBOTICS

목차

그림 4.2 V![121~136 변수의 의미 4-9
그림 4.3 사용자 좌표계 기록 예시 4-13
그림 4.4 오른손 좌표계의 구성 형태 4-14
그림 4.5 팔레타이징 동작 위치값 4-16
그림 5.1 팔레타이징 예제 구성 5-2
그림 5.2 팔레트 정보 입력 5-4
그림 5.3 패키지 정보 입력 5-4
그림 5.4 간지 정보 입력 5-5
그림 5.5 패턴 생성 5-5
그림 5.6 패턴 저장 5-6
그림 5.7 레지스터 번호 지정 및 티칭 위치 설정 확인 5-7
그림 5.8 JOB 생성 5-7
그림 5.9 HRpal 을 통해 생성된 HRSpace3 Project 5-9
그림 5.10 HP160 로봇의 추가 5-10
그림 5.11 시프트 기능 5-10
그림 5.12 로봇이 물체를 들고 있는 것과 같이 형상 변경 5-11
그림 5.13 가상제어기에 표준 JOB 프로그램을 반영하는 방법 5-11
그림 5.14 0200.JOB 의 V![121] 값 변경 5-12
그림 5.15 가상 티치 펜던트에서 내용 변경 후, 파일 반영 방법 5-12
그림 5.16 0400.JOB 파일 구성 5-13
그림 5.17 Motor ON, 모드스위치 변경 및 좌표계 변경 위치 5-13
그림 5.18 포즈 상수를 활용한 위치 기록 5-14
그림 5.19 P1 티칭점 위치(하얀색 적재물, 1_1_1) 5-15
그림 5.20 디팔레타이징 옵션 체크 5-16

HYUNDAI ROBOTICS

표 목차

표 4-1 표준 프로그램 내 시프트 및 포즈 변수 번호 및 용도 4-2
표 4-2 표준 프로그램 내 일반 변수 번호 및 역할 4-3
표 4-3 표준 프로그램 JOB Number 및 역할 4-5
표 5-1 생성된 JOB 프로그램의 역할 및 사용자 수정 필요 여부 5-8
표 5-2 예제에서 사용한 홈포지션, 픽업위치, 간지픽업위치의 형태와 좌표값 5-14
표 5-3 P1, P2, P3 위치 기록 예 5-15
표 5-4 디팔레타이징 옵션 체크시 팔레타이징 프로그램과 차이가 있는 프로그램 목록 5-17

HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

1

개요

1. 개요

1.1. 현대로보틱스 로봇 팔레타이징 S/W

로봇 팔레타이징은 일정한 위치에서 작업물을 집어 팔레트 또는 랙(Rack)등에 내려놓는 동작을 반복 수행하는 작업입니다.

효율적인 로봇 팔레타이징 시스템을 구성하기 위해서는 로봇의 이동경로를 고려한 컨베이어, 팔레트 등을 설치해야 하며, 이에 따라 라인의 생산성이 달라집니다.

HRpal™ , HRpalware™ v1.0 은 현대로보틱스 로봇 팔레타이징 적재패턴 및 Job 프로그램을 자동 생성할 수 있는 PC(HRpal) 및 TP(HRpalware) 기반 프로그램으로 빠른 설치 시운전 검토를 통해 효율적인 로봇 팔레타이징 시스템을 구성을 가능하게 합니다.

그림 1.1 HRpalware v1.0 메인화면

그림 1.2 HRpal v1.0 메인화면

1.2. 특징

- 팔레타이징 적재 최적패턴 자동 생성 기능 (사용자 패턴정의 가능)
- 팔레타이징 표준 Job 프로그램 생성 기능
- 팔레타이징 적재패턴 관리기능

HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

2

HRpalware v1.0

2.1. HRpalware 의 설치

Stand-alone 파일로 제공되는 HRpalware 는 Hi5a 제어기에서 동작하는 팔레타이징 응용 S/W 입니다. 설치는 제공되는 파일(HRpalware_V1.exe)을 티치펜던트(TP511)의 /ResidentFlash/Bin/ 디렉토리에 복사/붙여넣기를 하는 것으로 완료됩니다. 그리고 용도 설정에서 팔레타이징이 활성화 되어 있으면, 『[F2: 시스템] → [3: 응용 파라미터] → [3: 팔레타이징] → [1: HRpalware]』 메뉴를 통해 실행할 수 있습니다.

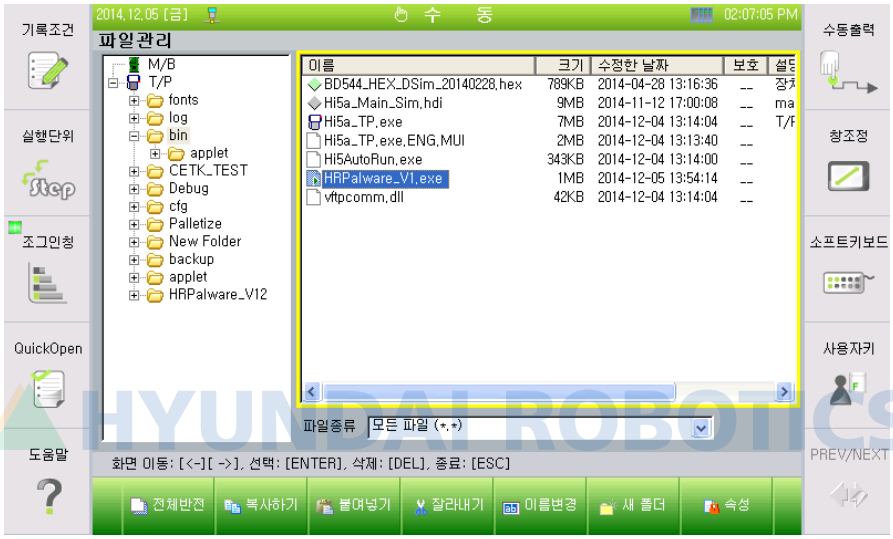


그림 2.1 HRpalware 설치 디렉토리

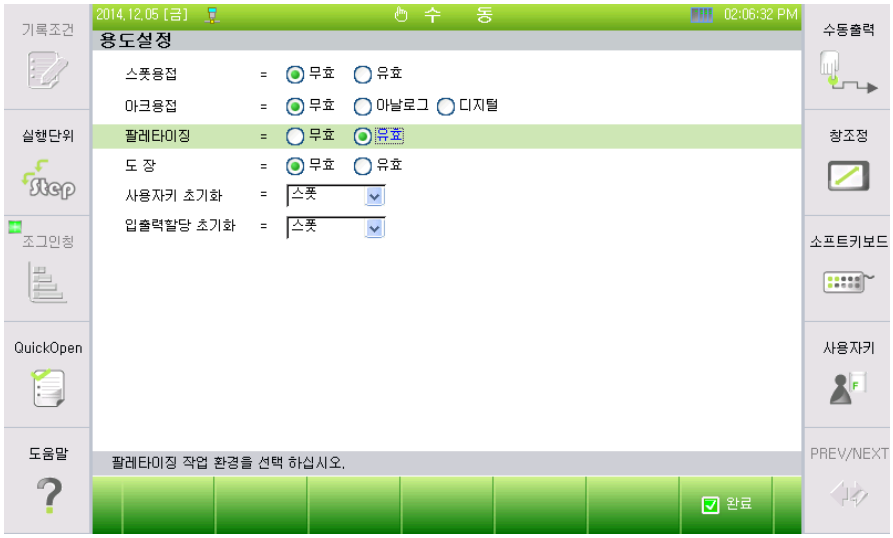


그림 2.2 용도 설정 메뉴에서 팔레타이징 유효 상태 확인

2.2. HRpalware 흐름도

HRpalware 는 크게 기본정보 입력, 패턴 옵션 설정, 패턴 생성, 그리고 로봇 적용의 4 단계로 사용합니다. 위의 4 단계를 거치면, 현대 로봇을 사용하여 팔레타이징을 하기 위한 가장 기본적인 구성이 완료되는 것이며, 로봇의 경로나 적재물의 위치 등의 조건만 티칭하면 빠르게 팔레타이징을 수행할 수 있습니다. 자세한 사항은 아래의 그림 2.3 과 같습니다.

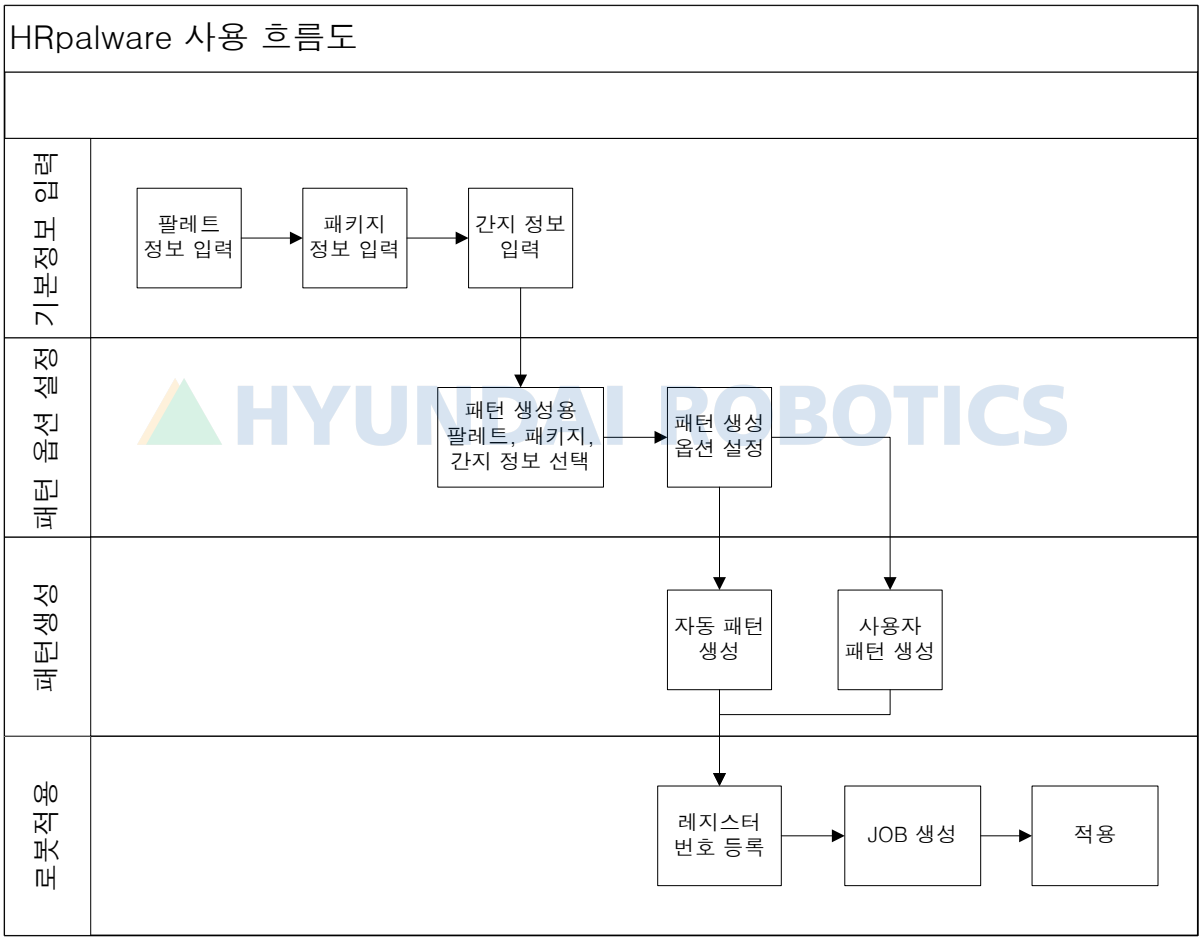


그림 2.3 HRpalware 사용 흐름도

2.3. 팔레트, 패키지, 간지 정보

2.3.1. 팔레트 정보

그림 2.4 팔레트 정보 메뉴

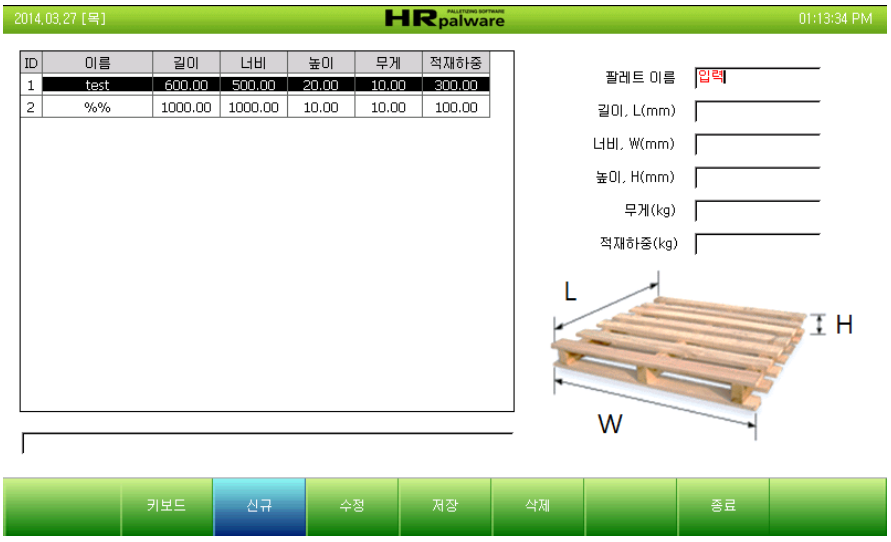


그림 2.5 신규 버튼을 누른 후에 나타나는 결과

팔레트 정보는 이름, 길이, 너비, 높이, 무게, 적재하중으로 구성되어 있습니다(그림 2.4). 무게는 팔레트 자체의 무게를 의미하고, 적재하중은 팔레트가 견딜 수 있는 최대 하중을 의미합니다. 그리고 화면 하단부의 버튼 메뉴는 추가, 수정, 삭제, 저장이 있으며 각각의 기능은 다음과 같습니다.

(1) 신규
신규 버튼은 새로운 데이터를 추가하고자 할 때 사용합니다. 신규 버튼을 누르면, 팔레트 이름을 입력하기 위한 소프트 키보드가 나타나고, 입력 후에는 그림 2.5 와 같이 저장 버튼이 나타납니다. 나머지 데이터를 모두 입력한 후, 저장 버튼을 누르면 저장 됩니다.

(2) 수정
수정 버튼은 리스트 항목 중 한가지의 내용을 수정하고자 할 때 사용합니다. 그리고 해당 내용을 수정한 후, 신규와 마찬가지로 저장버튼을 누르면 수정되어 파일로 저장됩니다.

(3) 삭제
리스트 항목 중 한가지를 삭제하고자 할 때 사용합니다.

(4) 저장
저장 버튼은 신규, 수정 후, 해당 내용을 저장하려 할 때 사용합니다.

HYUNDAI ROBOTICS

2.3.2. 패키지, 간지 정보

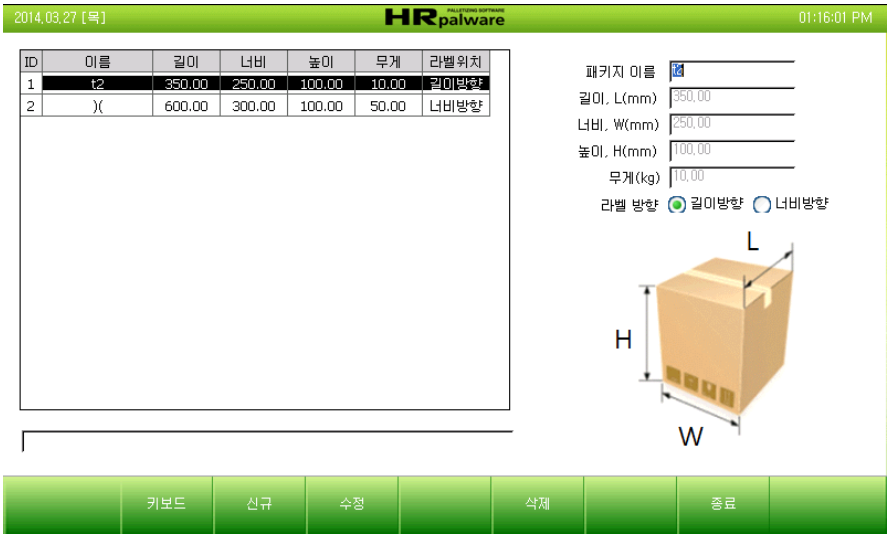


그림 2.6 패키지 정보 메뉴

HYUNDAI ROBOTICS

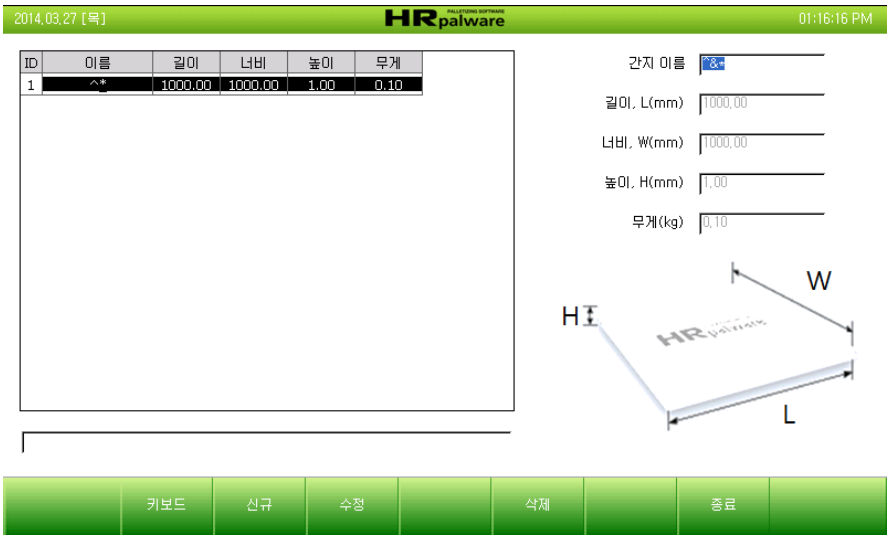


그림 2.7 간지 정보 메뉴

패키지(그림 2.6)와 간지 정보(그림 2.7)는 이름, 길이, 너비, 높이, 무게 항목을 입력하여 사용합니다. 기타 나머지 사용 방법은 팔레트 정보와 동일합니다.

2.4. 패턴 생성

2.4.1. 패턴 생성 메뉴

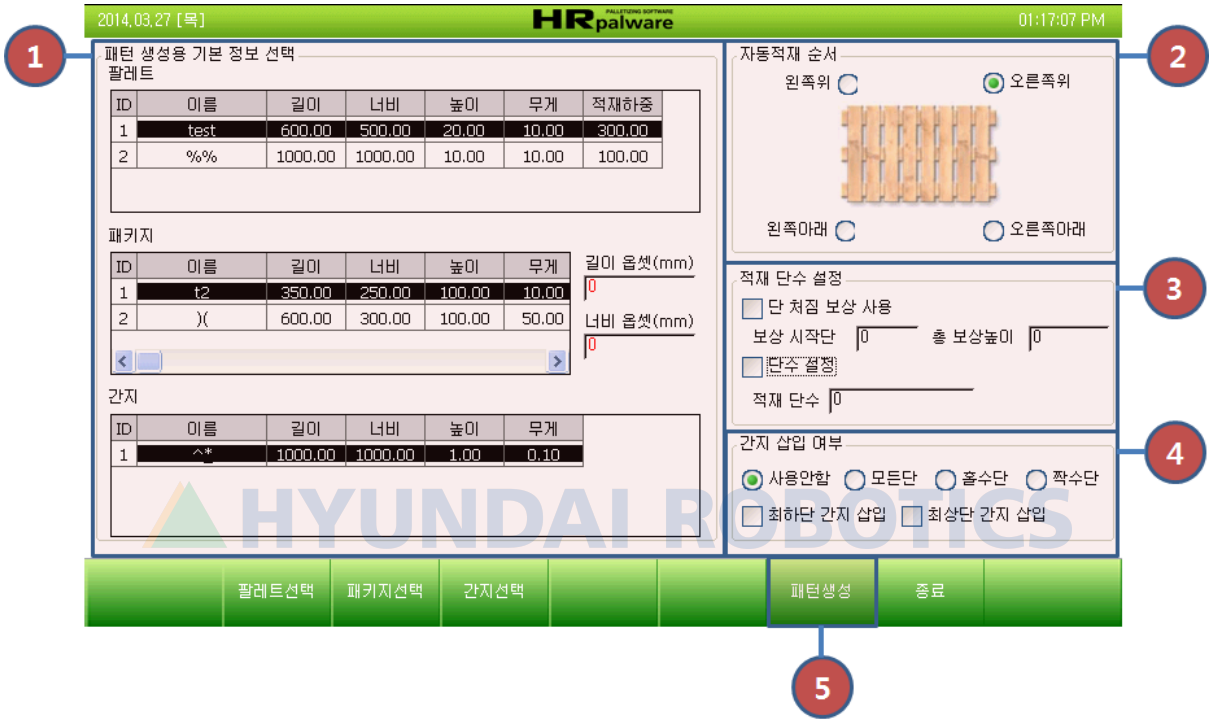


그림 2.8 패턴 생성기 메뉴

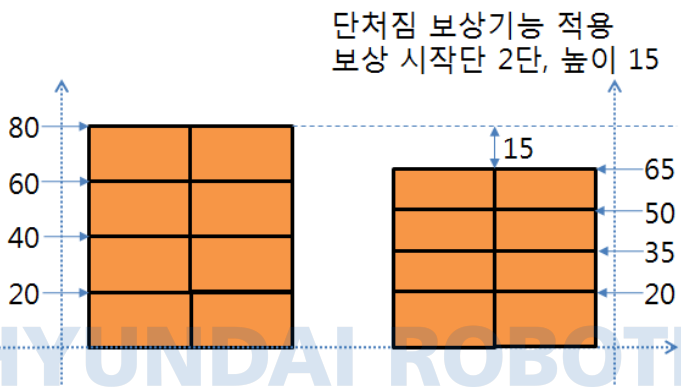
패턴 생성 메뉴는 팔레트, 패키지, 간지 정보를 사용하여 최적화된 팔레타이징 패턴을 만들어주는 역할을 합니다(그림 2.8). 각 메뉴의 설명은 다음과 같습니다.

(1) 패턴 생성용 기본 정보 선택
- 앞서, 설명한 2.3 팔레트, 패키지, 간지 정보에서 추가한 내용들이 나타나 있으며, 패턴을 만들고자 하는 대상 물체를 클릭하여 선택합니다.
- 패키지의 길이, 너비 옵셋은 각 물체 별로 일정한 간격을 두고 싶을 때 사용합니다.

(2) 자동 적재 순서
- 자동 적재 순서는 팔레트를 기준으로 하여 어느 위치부터 팔레타이징을 수행할 지 결정합니다. 기본적으로 오른쪽위로 선택되어 있습니다.

(3) 적재 높이 관련 옵션

- HRpalware 는 팔레트의 적재하중을 기반으로 하여 단수를 결정하는데, 단수 설정 옵션은 이를 무시하고, 사용자가 입력한 수치의 단수를 사용하는 옵션 입니다.
- 단수 설정은 3 단, 혹은 4 단과 같이 정확한 단수가 정해져 있을 때 사용합니다.
- 단처짐 보상은 Bag 팔레타이징과 같이 물건이 쌓일수록 아래로 처지는 현상이 나타나는 팔레타이징에 대응하기 위한 옵션입니다.
- 단처짐 기능은 그림 2.9 와 같이 보상 시작 단부터 이후 나머지 단까지, 총 보상 높이를 나눈 만큼 분배하여 적용 됩니다.



HYUNDAI ROBOTICS

그림 2.9 단처짐 보상 기능 적용 예시

(4) 간지 삽입 여부

- 간지 옵션은 사용안함, 모든단, 홀수, 짝수단이 선택 가능합니다.
- 최하단 간지 삽입 옵션은 작업 시작 전에 간지를 바닥에 까는 행위를 수행할 지를 결정합니다.
- 최상단 간지 삽입 옵션은 마지막 모든 작업이 끝난 후, 간지로 팔레트를 덮는 행위를 수행할지를 결정합니다.

(5) 패턴 생성

- 패턴 생성에 필요한 모든 옵션을 선택하면 패턴 생성 버튼이 활성화 됩니다. 그리고 패턴 생성 버튼을 누르면 해당 데이터를 토대로 최적화된 적재 패턴을 만들고, 그림 2.10 과 같은 화면이 나타납니다.

2.4.2. 패턴 생성 결과

패턴 생성 결과 메뉴에서는 사용자가 선택한 데이터를 토대로 최적 패턴과 몇 가지 다른 형태의 패턴을 보여줍니다 (그림 2.10). 사용자는 해당 패턴을 그대로 사용하고자 할 때에는 저장 버튼을 눌러 데이터를 저장한 후, 추후 패턴 관리 메뉴를 통해 해당 패턴을 JOB 프로그램 형식으로 추출할 수 있습니다.
패턴 생성 결과 메뉴의 각 부분별 기능은 다음과 같습니다.

그림 2.10 패턴 생성 결과 메뉴 구성

(1) 패턴 리스트
- 사용자가 선택한 데이터를 토대로 만들어진 패턴 결과물의 리스트를 보여줍니다.
- 선택한 데이터에 따라 적재 정보 및 패턴 형태, 구성 형태 등의 내용도 함께 변합니다.
- ⑤의 최상단, 홀수단, 짝수단 중 특정 단을 선택한 후, 다른 리스트를 선택하면 해당 부분만 변경됩니다.

(2) 적재정보
- 적재 정보는 선택한 패턴의 구체적인 하중, 높이 등을 나타냅니다.

(3) 패턴 변화
- 해당 패턴을 90 도 방향으로 움직이거나 좌, 우 대칭 시키고자 할 때 이용합니다.
- 그림 2.10 의 ⑤에 있는 최상단, 홀수단, 짝수단 중 하나를 선택한 후 ①에서 패턴을 변경하면, 해당 부분만 변경됩니다.

(4) 패턴 구성
- 패턴 구성에 사용된 팔레트, 패키지, 간지의 데이터를 나타냅니다.

(5) 층 별 패턴 데이터
- 현재 선택된 데이터들의 홀, 짝수단, 그리고 최상단의 패턴 데이터를 보여줍니다.
- 특정 단의 패턴 데이터를 수정할 때에는 화면을 두 번 터치하시거나 PF 키를 이용하시면 됩니다.
- 수정에 대한 자세한 내용은 2.5. 패턴 수정에 서술되어 있습니다.

HYUNDAI ROBOTICS

2.5. 패턴 수정

패턴 수정 메뉴(그림 2.11)는 아래와 같은 기능을 가지고 있으며, 홀수단, 짝수단, 최상단 중 특정 패턴을 더블 클릭하여 열 수 있습니다.

(1) 적재물의 위치를 수정

(2) 적재 순서의 변경

(3) 적재물 추가 및 제거

(4) 적재물의 방향 전환

(5) 핸드 개방 방향 설정

(6) 팔레트 좌표계 원점 설정

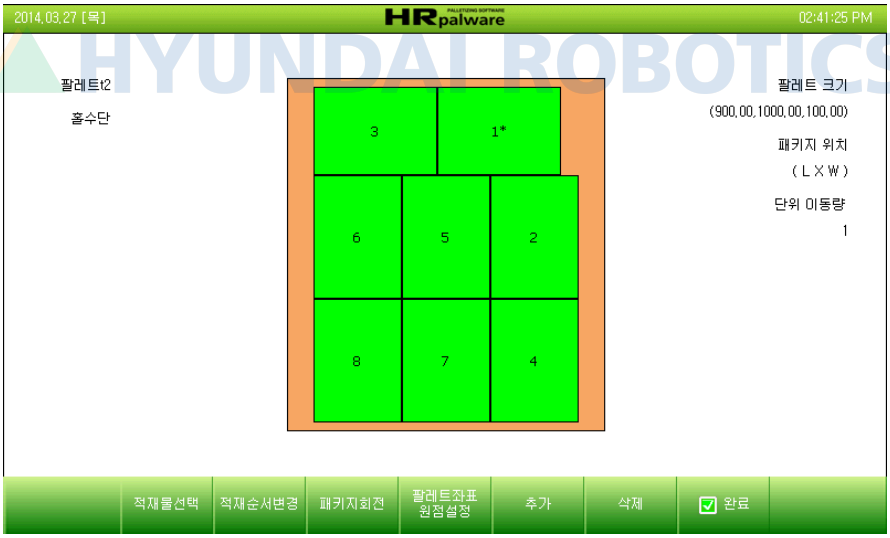


그림 2.11 패턴 수정 메뉴

2.5.1. 적재물의 위치 수정

적재물의 위치는 다음의 방법으로 변경이 가능합니다.

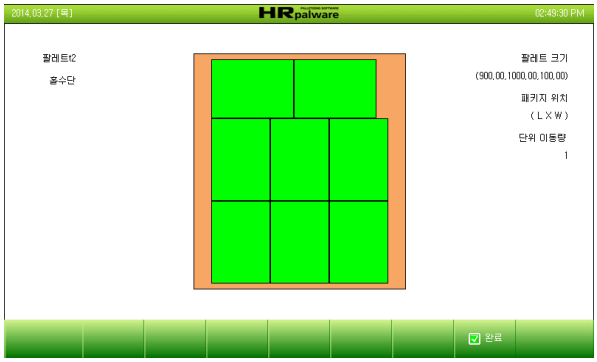
(1) 적재물을 터치로 드래그하여 이동

(2) 적재물을 선택한 후, 티치펜던트 상의 화살표 키로 위치를 변경

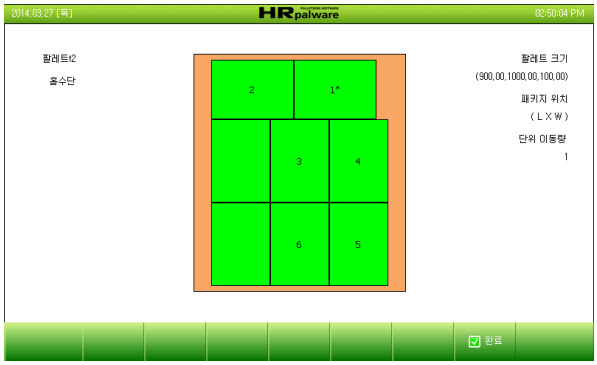
티치펜던트 상의 화살표로 이동 시, 한번의 키 입력당 단위 이동 량을 조절할 수 있는데, 이는 로봇의 속도 조절에 사용되는 HI▲ LOW▼ 버튼을 사용합니다. 최저 1 에서 최대 100 까지 조절할 수 있으며, 정확한 위치조절을 위해 사용할 수 있습니다.

2.5.2. 순서 변경

순서 변경은 적재물의 적재 순서를 변경하고자 할 때 사용합니다. 순서 변경 버튼을 클릭하면, 아래의 그림 2.12 의 (1)과 같이 모든 적재물의 적재 순서가 초기화되며, 적재하고자 하는 순서대로 터치하면 그림 2.12 의 (2)와 같이 상자에 번호가 지정됩니다.
이때, 팔레트 기준 위치의 경우, 기존에 지정되었던 상자가 그대로 이용되고, 적재 순서 변경 기능 활성화 중에는 상자의 위치를 변경할 수 없습니다.



(1) 적재 순서 초기화



(2) 적재 순서 지정

그림 2.12 적재 순서 변경 기능

2.5.3. 추가

추가를 원하는 형태의 상자를 선택한 후, 추가버튼을 누르면, 선택된 상자와 동일한 형태의 상자가 추가됩니다(그림 2.13).

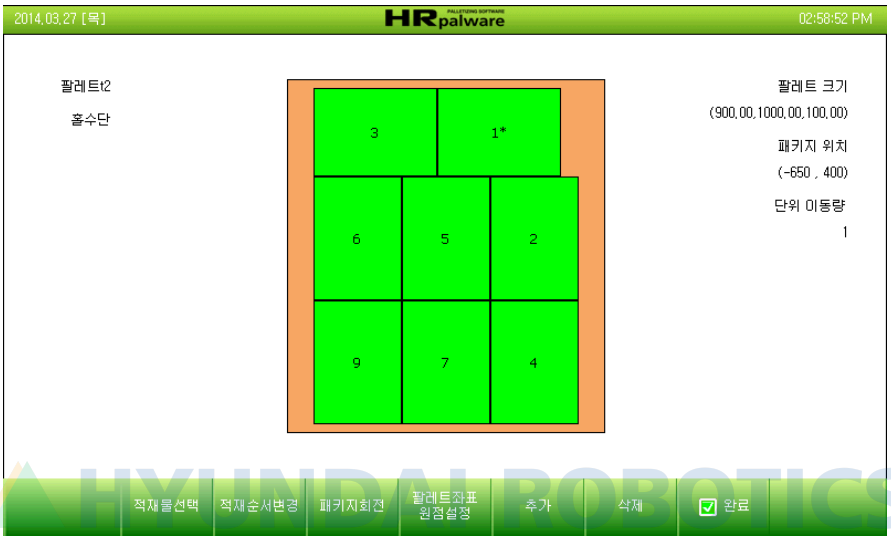


그림 2.13 적재물 추가 기능

2.5.4. 방향전환

방향 전환은 선택된 상자를 가로 또는 세로로 방향을 전환하고자 때 사용합니다. 아래의 그림 2.14 는 8 번 상자를 선택하여 방향전환했을 때의 결과입니다.

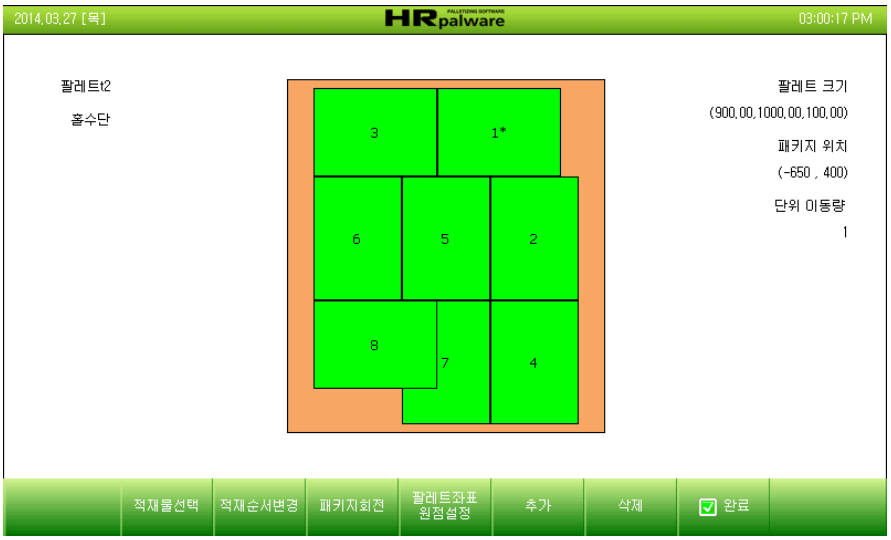


그림 2.14 적재물 방향 전환 기능

2.5.5. 삭제

삭제는 패턴 내에서 특정 적재물을 삭제하고자 할 때 사용합니다. 삭제 하고자 하는 작업물을 선택한 후, 삭제 버튼을 누르면 해당 적재물이 사라지게 됩니다. 이때, 삭제한 적재물보다 적재 순서가 더 뒤에 있는 적재물들은 적재 순서가 재배치 됩니다(그림2.15).

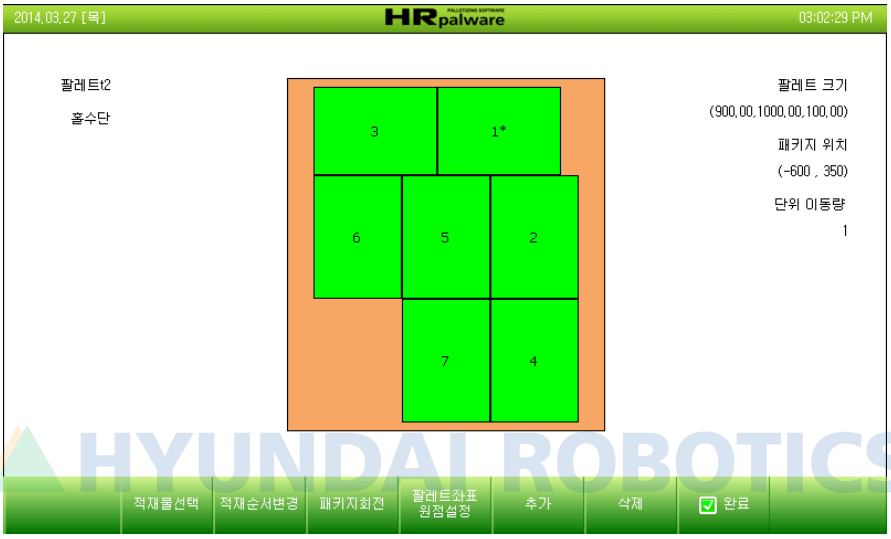


그림 2.15 적재물 삭제

2.5.6. 팔레트 좌표계 원점 설정

HRpalware 를 사용하여 생성되는 표준 JOB 프로그램에서 적재 패턴은 팔레트 좌표계를 기준으로 하여 생성됩니다. 팔레트 좌표계는 사용자가 정의하는 팔레트 상에서의 좌표계를 의미하며, 아래 그림 2.16 의 에 나타나있는 오른손 모양과 동일한 좌표계를 사용합니다.
팔레트의 위치나 방향, 형태는 매번 달라질 수 있기 때문에 사용자가 직접 팔레트 상에서 원점과 X 축 방향 그리고 Y 축 방향에 대해서 티칭 해주어야 합니다. 팔레트 좌표계 원점은 팔레트 좌표계를 티칭 할 때에 기준이 되는 점을 의미합니다. 기본적으로 홀수단 1 번 작업물을 기준으로 하지만, 사용자의 편의에 의해 팔레트 좌표계 원점 설정 기능을 통하여 다른 작업물을 원점으로 설정할 수 있습니다.
팔레트 좌표계 원점을 변경하고자 하는 작업물을 선택한 후, 팔레트 좌표계 원점 설정 버튼을 클릭하면 해당 위치의 작업물에 * 표시가 나타나고, 원점이 변경됩니다(그림 2.16).

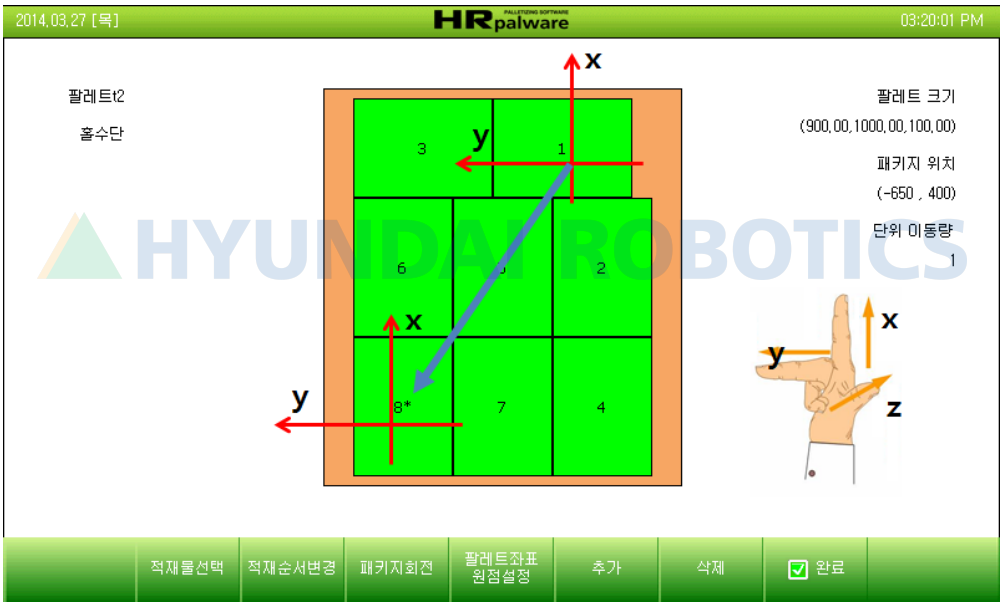


그림 2.16 팔레트 좌표계 원점 설정 기능

2.5.7. 핸드 개방 방향 설정

팔레타이징용 그리퍼는 아래와 같이 방향의 구분이 필요 없이 위에서 내려놓는 방식이나, 특정 방향으로 핸드가 개방 방향을 고려 해야 하는 것이 있습니다(그림 2.17). 핸드 개방 방향 지정 기능은 이러한 개방 방향을 고려해야 하는 핸드를 위해 방향을 지정할 수 있는 기능입니다.

그림 2.17 팔레타이징용 그리퍼들

각각의 적재물을 선택한 후, 티치펜던트의 SHIFT 키 + 화살표키를 눌러서 핸드의 개방 방향을 지정할 수 있습니다. 여기서 화살표는 화살표의 방향으로 핸드가 개방된다는 것을 의미합니다. 그리고 지정된 데이터를 사용하여 추후 JOB 프로그램 생성시에 핸드의 회전 방향을 계산하여 저장합니다.

HYUNDAI ROBOTICS

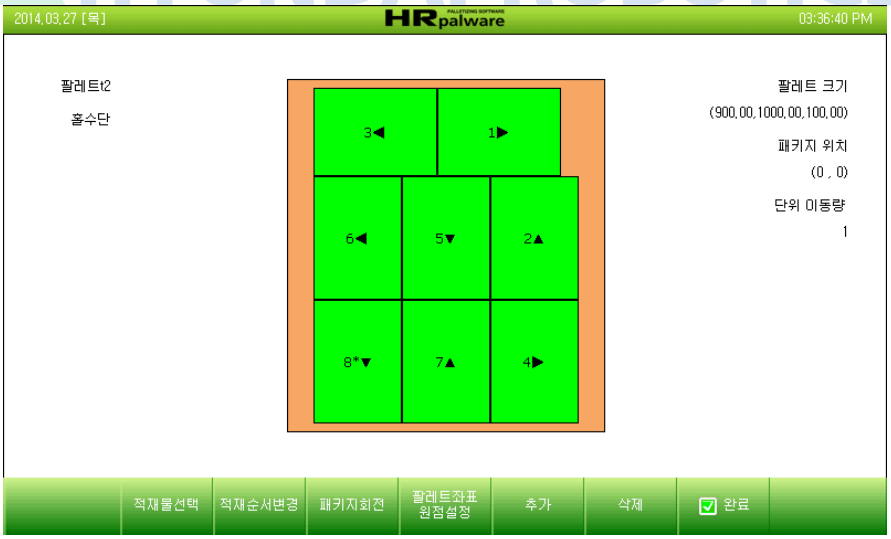


그림 2.18 핸드 개방 방향 지정 기능

2.5.8. 완료

완료 버튼은 위치의 변경, 삭제 등 패턴에 대한 수정이 이루어진 후, 실제 패턴에 반영하기 위해 사용합니다. 완료 버튼을 누르면 자동으로 해당 창이 종료되며, 선택한 단의 내용이 변경된 것을 확인할 수 있습니다.

2.6. 패턴 관리

패턴 관리는 사용자가 기존에 만들었던 패턴들을 관리하기 위한 메뉴 입니다(그림 2.19). 그리고 로봇에서 사용하기 위한 JOB 프로그램을 만들거나, POSE 파일을 생성하기 위해서 사용할 수 있습니다. 패턴 레지스터는 JOB 프로그램에서 사용될 해당 패턴에 대한 번호이며, 직접 입력하여 지정할 수 있습니다. 그리고 핸드 방향 설정이 필요한 패턴에 대해서는 해당 옵션을 지정하여 사용할 수 있습니다.

그림 2.19 패턴 관리 기능

2.6.1. 패턴설정

패턴 설정은 패턴 이름, 레지스터 번호, 단 처짐과 관련된 보상 옵션 등 패턴에 대한 다양한 설정을 수정하기 위한 기능입니다.(그림 2.20).

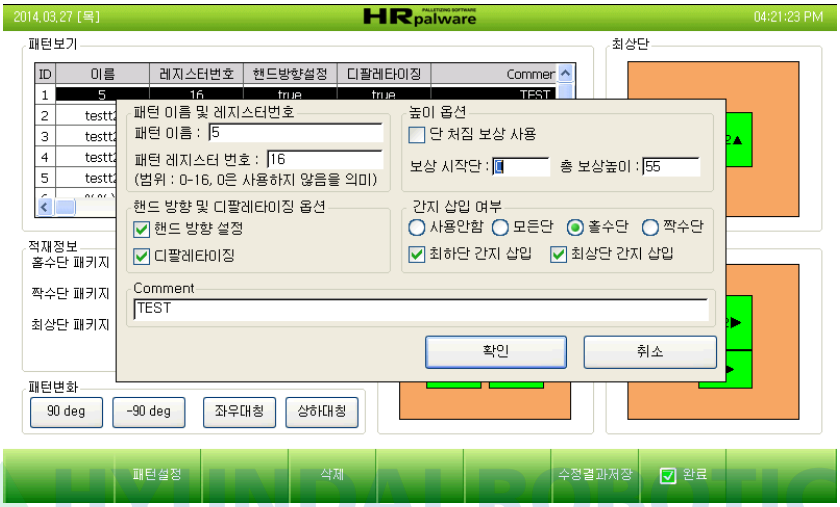


그림 2.20 옵션 수정 메뉴

핸드 방향 설정 옵션은 [2.5.7. 핸드 개방 방향 설정]에서 지정한 방향들이 표준 JOB 프로그램을 생성할 때 반영되도록 하기 위한 옵션입니다. 핸드 방향을 지정했지만, 핸드 방향 설정 옵션을 활성화 시키지 않은 경우에는 핸드 방향이 정상적으로 반영되지 않습니다.
디팔레타이징 옵션은 동일한 패턴으로 팔레타이징이 아닌 디팔레타이징용 JOB 프로그램을 만들어내고자 할 때 사용합니다. 이때의 JOB 프로그램은 대부분이 같은 형태이지만, Pickup 과 Place down 의 위치가 서로 뒤집혀서 결과가 나타납니다.

2.6.2. 삭제, 수정결과 저장

- 삭제 버튼은 현재 지정된 패턴을 삭제하는데 사용합니다.
- 패턴 저장 버튼은 패턴의 일부 내용을 수정하거나 변경한 내용을 파일로 저장하고자 할 때 사용합니다.

2.6.3. 완료

완료 버튼은 패턴의 수정 결과를 저장, 패턴 레지스터 번호가 할당된 패턴들에 대해 표준 프로그램을 생성하여 출력의 2 가지 기능을 수행합니다. 여기서 표준 프로그램의 경우, 제어기에 바로 저장되어 확인할 수 있으며, 자세한 내용은 [4. 팔레타이징 표준 프로그램]에서 확인할 수 있습니다.

- 패턴 레지스터 번호를 할당한 패턴들을 실제 로봇에서 사용할 수 있도록 표준 프로그램을 생성하여 출력합니다.
- 패턴 레지스터 번호는 1~16 까지 할당 가능하며, 중복 할당은 불가능 합니다.
- JOB 생성 버튼을 누르면 JOB 프로그램을 저장하고자 하는 폴더를 선택하는 메뉴가 나타납니다. 해당 폴더 선택 후, 확인 버튼을 누르면 해당 폴더에 JOB 프로그램이 저장됩니다.
- 더 이상 JOB 프로그램을 생성하기를 원치 않는 패턴에 대해서는 패턴레지스터를 0 번으로 변경해야 합니다.

HYUNDAI ROBOTICS

2.7. 사용자 패턴 정의

사용자 정의 기능은 사용자가 임의대로 적재물을 배치하여 패턴을 만들 수 있는 기능입니다(그림 2.21). 자동 패턴 생성 기능과 달리 서로 다른 적재물을 배치하여 패턴을 만들 수 있습니다. 기능의 사용 순서는 다음과 같습니다.

(1) 바닥에 놓일 팔레트를 선택합니다.

(2) 적재하고자 하는 적재물을 선택합니다.

(3) 추가, 방향전환, 삭제 등의 기능을 사용하여 원하는 패턴을 구성합니다.

(4) 시계, 반시계 방향 등 패턴 편집 기능을 사용하여 패턴을 정 중앙에 위치시킵니다.

(5) 짝수단, 최상단의 패턴도 위의 방법을 사용하여 정의합니다.

(6) (*) 홀수단 복사 기능을 사용하여 홀수단과 동일한 패턴을 사용할 수 있습니다.

(7) 기타 단처짐 보상이나 간지 삽입여부를 지정합니다.

(8) 완료[1]버튼을 누르고 저장할 패턴의 이름과 해당 패턴의 단수를 지정하면, 패턴 등록이 완료됩니다.

HYUNDAI ROBOTICS

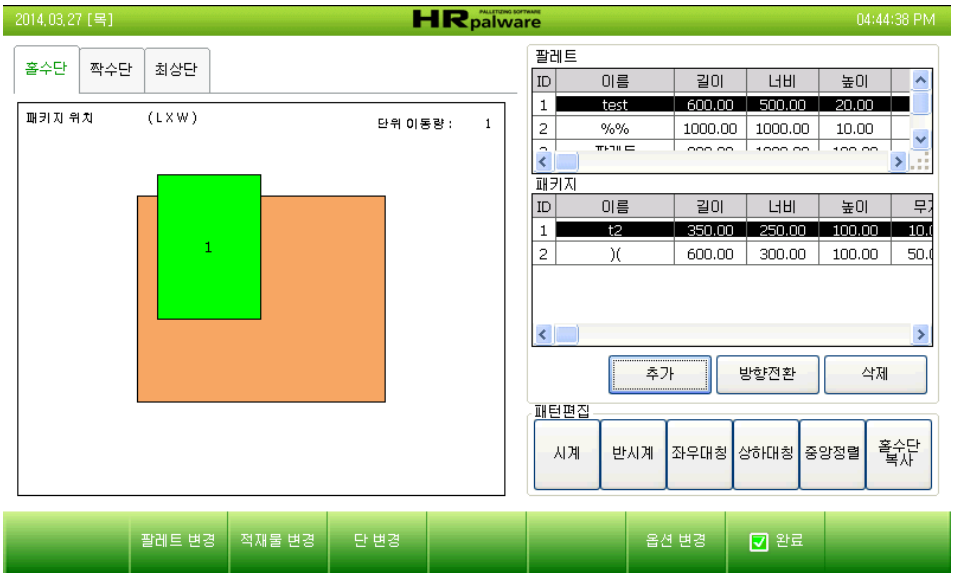


그림 2.21 사용자 패턴 정의 메뉴

[1] 완료 기능은 홀수단, 짝수단, 최상단의 데이터가 온전히 채워져 있어야 가능합니다.

HYUNDAI ROBOTICS

3

HRpal v1.0

3.1. HRpal 흐름도

HRpal 은 PC 기반 팔레타이징 응용 소프트웨어 입니다. HRpalware 와 완전히 동일한 기능을 가지고 있기 때문에 사용 면에서 큰 차이가 없으며, 부가적으로 HRSpace3 시뮬레이터용 프로젝트 파일을 만들어주는 기능이 추가되어 있습니다.

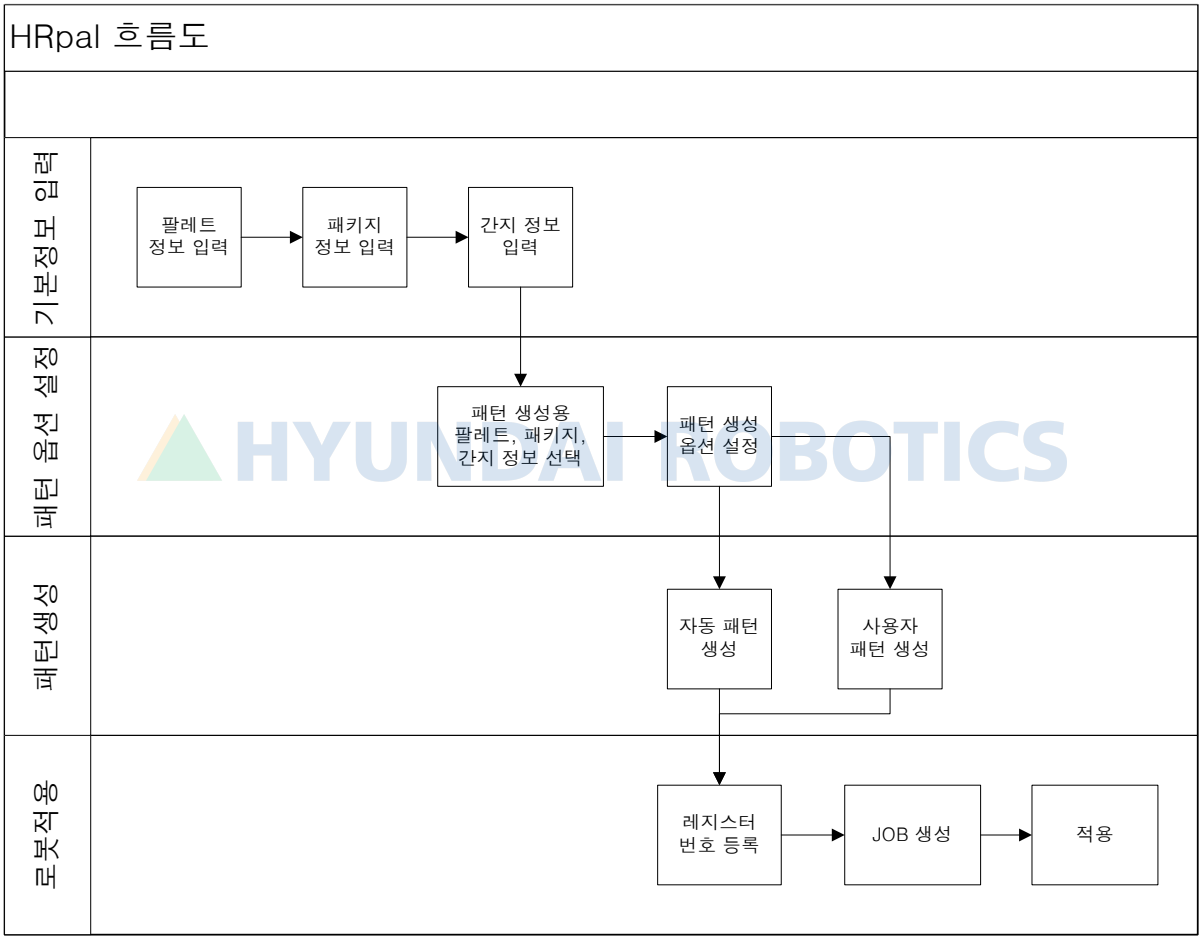


그림 3.1 HRpal 사용 흐름도

3.2. 팔레트, 패키지, 간지 정보

3.2.1. 팔레트 정보

그림 3.2 팔레트 정보 메뉴

팔레트 정보는 이름, 길이, 너비, 높이, 무게, 적재하중으로 구성되어 있습니다(그림 3.2). 무게는 팔레트 자체의 무게를 의미하고, 적재하중은 팔레트가 견딜 수 있는 최대 하중을 의미합니다. 그리고 화면 하단부의 버튼 메뉴는 추가, 수정, 삭제, 저장이 있으며 각각의 기능은 다음과 같습니다.

(1) 추가
추가 버튼은 새로운 데이터를 추가하고자 할 때 사용합니다. 모든 데이터가 입력되어 있을 경우에 정상적으로 활성화 됩니다.

(2) 수정
수정 버튼은 왼쪽의 리스트가 선택되어 있을 경우에 활성화됩니다. 리스트 항목 중 한가지를 선택하면 내용이 오른쪽에 나타나게 됩니다. 그리고 해당 내용을 수정한 후, 수정 버튼을 누르면 자동으로 해당 항목이 수정되어 파일로 저장됩니다.

(3) 삭제
삭제 버튼도 수정 버튼과 마찬가지로 왼쪽의 리스트 항목이 선택되면 활성화됩니다. 수정버튼과는 달리 삭제의 경우 파일로 자동으로 저장되지 않습니다.

(4) 저장
저장 버튼은 삭제 수행 후, 해당 내용을 저장하려 할 때 사용합니다.

3.2.2. 패키지, 간지 정보

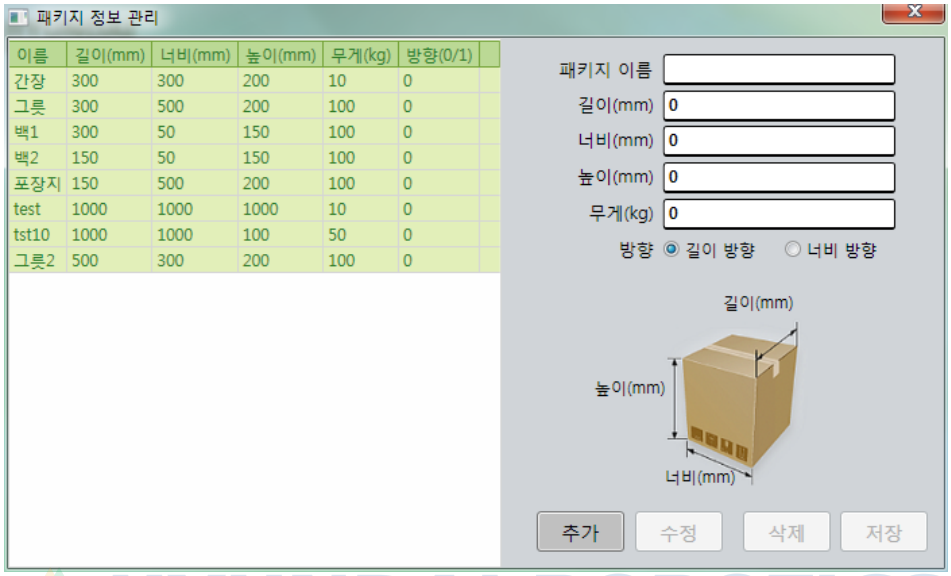


그림 3.3 패키지 정보 메뉴

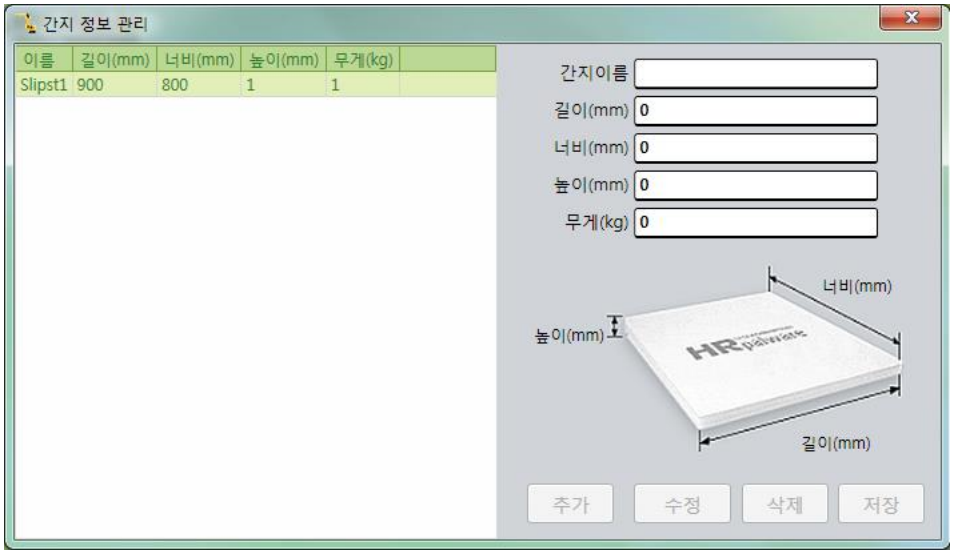


그림 3.4 간지 정보 메뉴

패키지(그림 3.3)와 간지 정보(그림 3.4)는 이름, 길이, 너비, 높이, 무게 항목을 입력하여 사용합니다. 기타 나머지 사용 방법은 팔레트 정보와 동일합니다.

3.3. 패턴 생성

3.3.1. 패턴 생성 메뉴

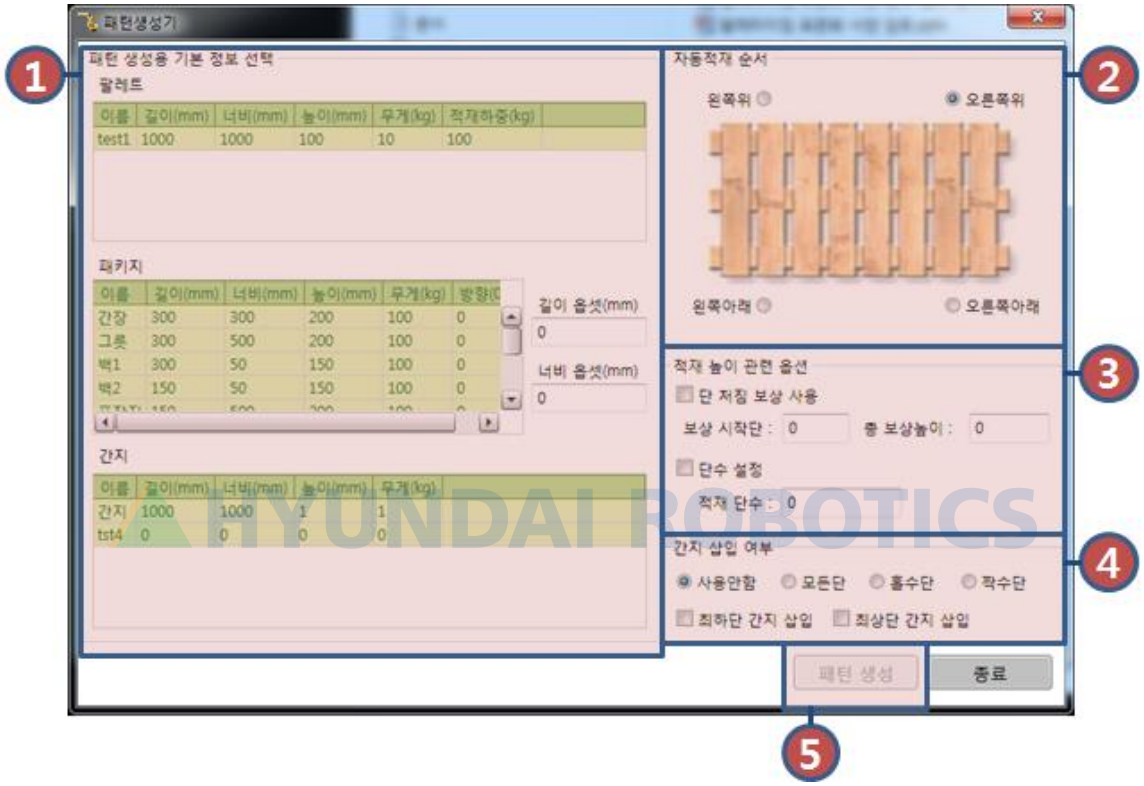


그림 3.5 패턴 생성기 메뉴

패턴 생성 메뉴는 팔레트, 패키지, 간지 정보를 사용하여 최적화된 팔레타이징 패턴을 만들어주는 역할을 합니다(그림 3.5). 각 메뉴의 설명은 다음과 같습니다.

(1) 패턴 생성용 기본 정보 선택
앞서, 설명한 3.2 팔레트, 패키지, 간지 정보에서 추가한 내용들이 나타나 있으며, 패턴을 만들고자 하는 대상 물체를 클릭하여 선택합니다.
패키지의 길이, 너비 옵셋은 각 물체 별로 일정한 간격을 두고 싶을 때 사용합니다.

(2) 자동 적재 순서
자동 적재 순서는 팔레트를 기준으로 하여 어느 위치부터 팔레타이징을 수행할 지 결정한다. 기본적으로 오른쪽위로 선택되어 있습니다.

(3) 적재 높이 관련 옵션
HRpalware 는 팔레트의 적재하중을 기반으로 하여 단수를 결정하는데, 단수 설정 옵션은 이를 무시하고, 사용자가 입력한 수치의 단수를 사용하는 옵션 입니다.
단수 설정은 3 단, 혹은 4 단과 같이 정확한 단수가 정해져 있을 때 사용합니다.
단 처짐 보상은 Bag 팔레타이징과 같이 물건이 쌓일수록 아래로 처지는 현상이 나타나는 팔레타이징에 대응하기 위한 옵션입니다. 자세한 내용은 [3.3.1 패턴 생성 메뉴]부분을 참고합니다.

(4) 간지 삽입 여부
간지 옵션은 사용안함, 모든단, 홀수, 짝수단이 선택 가능합니다.
최하단 간지 삽입 옵션은 작업 시작 전에 간지를 바닥에 까는 행위를 수행할 지를 결정합니다.
최상단 간지 삽입 옵션은 마지막 모든 작업이 끝난 후, 간지로 팔레트를 덮는 행위를 수행할지를 결정합니다.

(5) 패턴 생성
패턴 생성에 필요한 모든 옵션을 선택하면 패턴 생성 버튼이 활성화 됩니다. 그리고 패턴 생성 버튼을 누르면 해당 데이터를 토대로 최적화된 적재 패턴을 만들고, 그림 3.6 과 같은 화면이 나타납니다.

HYUNDAI ROBOTICS

3.3.2. 패턴 생성 결과

패턴 생성 결과 메뉴에서는 사용자가 선택한 데이터를 토대로 최적화된 패턴과 몇 가지 다른 형태의 패턴을 보여줍니다(그림 3.6). 사용자는 해당 패턴을 그대로 사용하고자 할 때에는 저장 버튼을 눌러 데이터를 저장한 후, 추후 패턴 관리 메뉴를 통해 해당 패턴을 JOB 프로그램 형식으로 추출할 수 있습니다.
패턴 생성 결과 메뉴의 각 부분별 기능은 다음과 같습니다.

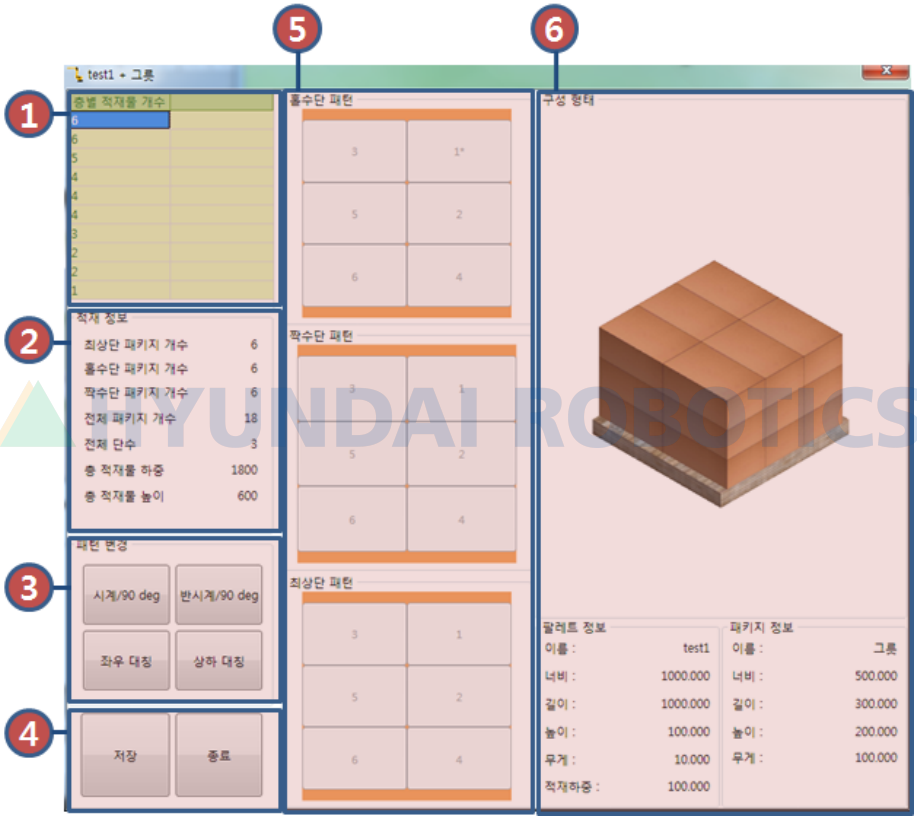


그림 3.6 패턴 생성 결과 메뉴 구성

(1) 패턴 리스트
사용자가 선택한 데이터를 토대로 만들어진 패턴 결과물의 리스트를 보여줍니다.
선택한 데이터에 따라 적재 정보 및 패턴 형태, 구성 형태 등의 내용도 함께 변합니다.
⑤의 최상단, 홀수단, 짝수단 중 특정 단을 선택한 후, 다른 리스트를 선택하면 해당 부분만 변경됩니다.
(주의) 홀, 짝수단 적재물 개수보다 최상단의 적재물 개수가 많은 경우, 나머지 홀, 짝수단의 적재물 개수도 많은 쪽 개수에 맞춰지도록 되어 있습니다.

(2) 적재정보
적재 정보는 선택한 데이터의 보다 구체적인 하중, 높이 등을 나타냅니다.

(3) 패턴 변경
해당 패턴을 90 도 방향으로 움직이거나 좌, 우 대칭 시키고자 할 때 이용합니다.
그림 3.6 의 ⑤에 있는 최상단, 홀수단, 짝수단 중 하나를 선택한 후 패턴을 변경하면, 해당 부분만 변경됩니다.

(4) 저장, 종료
패턴을 저장하고 종료하는데 사용합니다.

(5) 층 별 패턴 데이터
현재 선택된 데이터들의 홀, 짝수단, 그리고 최상단의 패턴 데이터를 보여줍니다.
특정 단의 패턴 데이터를 수정할 때에는 마우스를 사용하여 더블 클릭하시면 됩니다.
수정에 대한 자세한 내용은 [3.4. 패턴 수정]에 서술되어 있습니다.

(6) 구성 형태
현재 패턴 데이터의 예상 구성 형태를 3D 로 구성하여 나타냅니다.
마우스 좌, 우 버튼을 사용하여 보이는 각도를 조절할 수 있습니다.
아래쪽에는 현재 생성된 패턴을 만드는데 사용된 팔레트 및 패키지의 정보를 나타냅니다.

HYUNDAI ROBOTICS

3.4. 패턴 수정

패턴 수정 메뉴(그림 3.7)는 아래와 같은 기능을 가지고 있으며, 홀수단, 짝수단, 최상단 중 특정 패턴을 더블 클릭하여 열 수 있습니다.

(1) 적재물의 위치를 수정

(2) 적재 순서의 변경

(3) 적재물 추가 및 제거

(4) 적재물의 방향 전환

(5) 핸드 개방 방향 설정

(6) 팔레트 좌표계 원점 설정

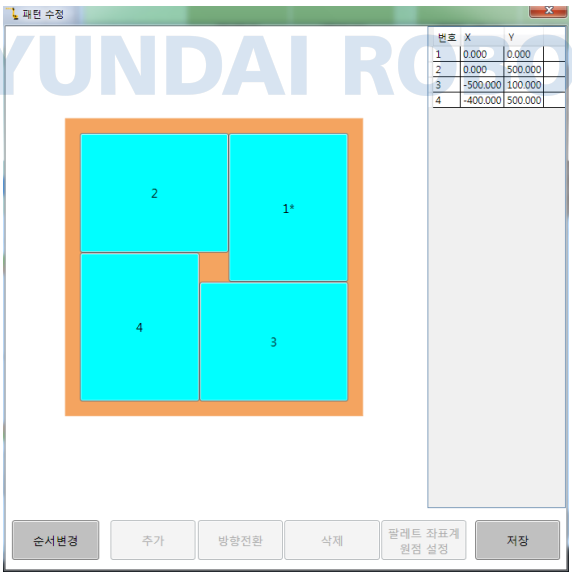


그림 3.7 패턴 수정 메뉴

3.4.1. 적재물의 위치 수정

적재물의 위치는 다음의 세 가지 방법으로 변경이 가능합니다.

(1) 적재물을 마우스로 선택하여 드래그 & 드롭으로 위치를 변경

(2) 적재물을 선택한 후, 키보드 화살표 키로 위치를 변경

(3) Grid 창에서 X, Y 를 직접 입력하는 방법

만약 위치 변경 중에 작업물 간의 상호 간섭이 발생할 경우, 아래의 (그림 3.8)과 같이 상호 간섭이 발생한 물체들이 붉게 표시됩니다.

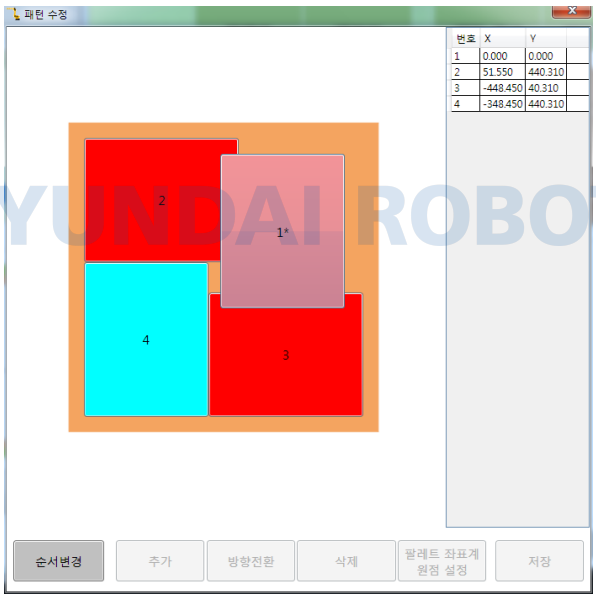


그림 3.8 패턴 수정 중, 상호 간섭이 발생하는 경우

또한, 팔레트 밖으로도 상자를 배치할 수 있는데, 이 경우에는 적재물의 중심점이 팔레트 영역 밖으로 나갈 경우, 붉게 표기합니다(그림 3.9).

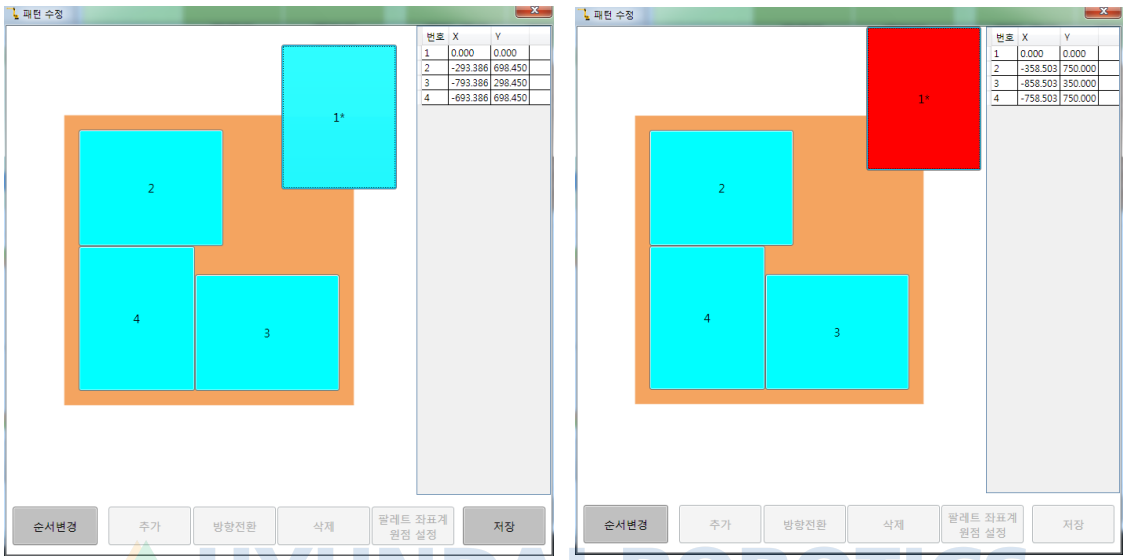
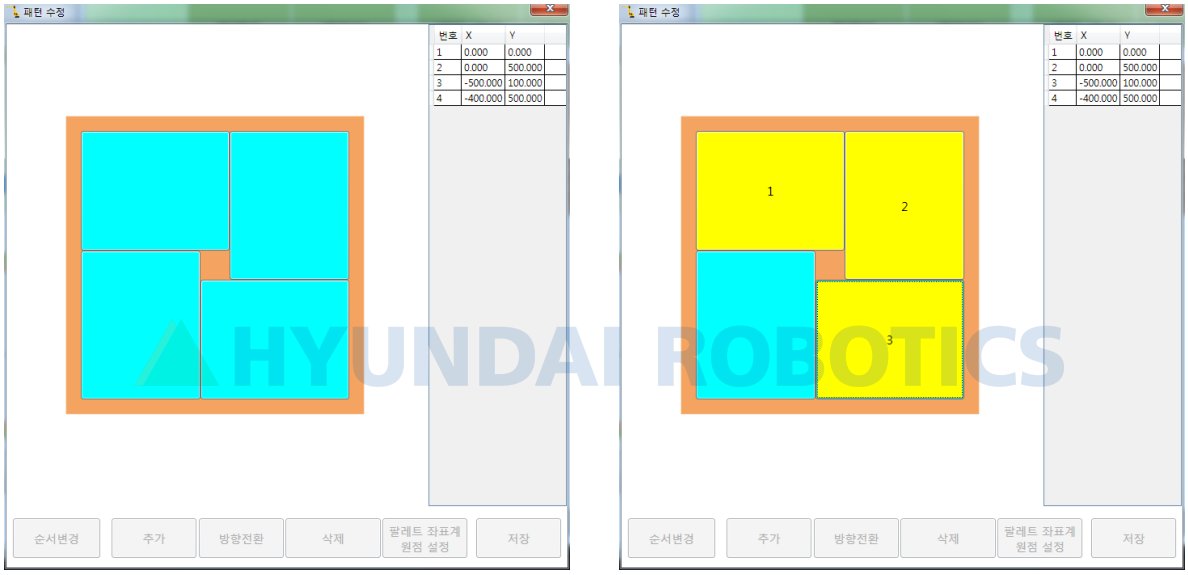


그림 3.9 적재물의 무게 중심이 팔레트 영역 밖으로 이동할 경우

3.4.2. 순서 변경

순서 변경은 적재물의 적재 순서를 변경하고자 할 때 사용합니다. 순서 변경 버튼을 클릭하면, 아래의 그림 3.10 의 (1)과 같이 모든 적재물의 적재 순서가 초기화되며, 마우스로 적재하고자 하는 순서대로 클릭하면 그림 3.10 의 (2)와 같이 상자의 색이 노란색으로 변하면서 번호가 지정됩니다.
만약 수정 중에 특정 번호 이후부터 다시 수정하고자 할 때에는 해당 번호의 상자를 다시 클릭하면, 그 이후 수정된 내용들은 전부 초기화되지만, 이전 내용들은 그대로 남아있는 것을 확인할 수 있습니다. 그러나 팔레트 좌표계 기준점은 홀수단 1 번 순서로 변경하도록 되어 있습니다.



(1) 적재 순서 초기화 (2) 적재 순서 지정

그림 3.10 적재 순서 변경 기능

3.4.3. 추가

추가를 원하는 형태의 상자를 선택한 후, 추가버튼을 누르면, 선택된 상자와 동일한 형태의 상자가 추가됩니다(그림 3.11).

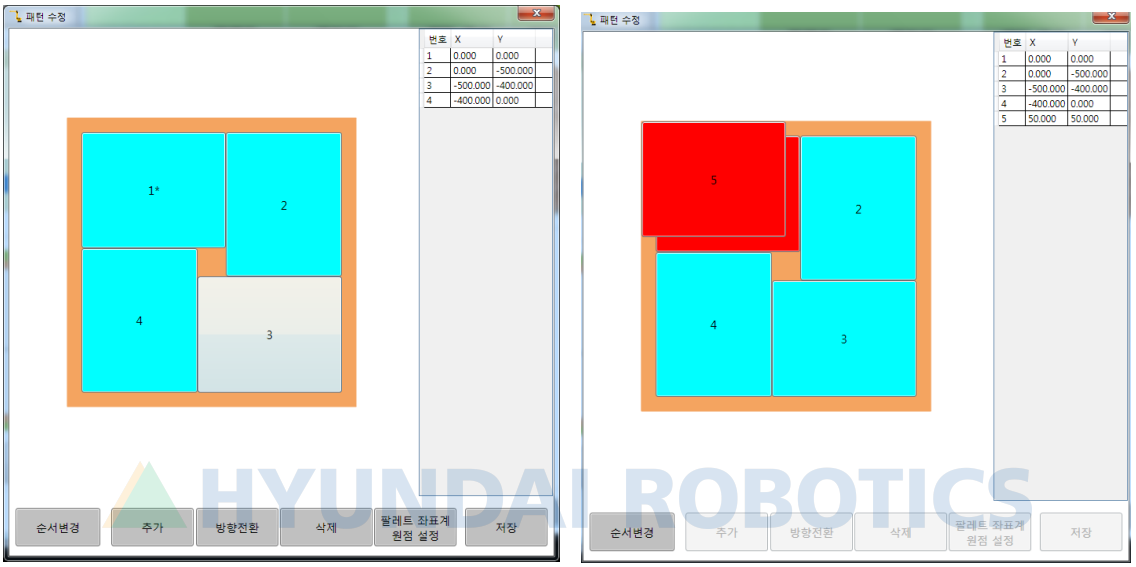


그림 3.11 적재물 추가 기능

3.4.4. 방향전환

방향 전환은 선택된 상자를 가로 또는 세로로 방향을 전환하고자 때 사용합니다. 아래의 그림 3.12 는 3 번 상자를 선택하여 방향전환을 한 후, 위치를 재배치한 결과 입니다.

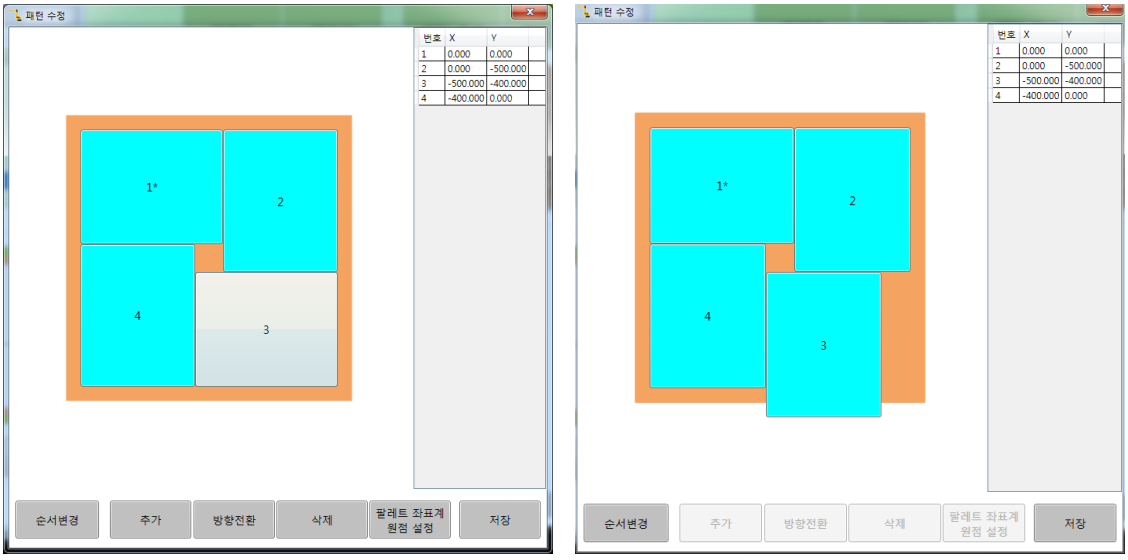


그림 3.12 적재물 방향 전환 기능

3.4.5. 삭제

삭제는 패턴 내에서 특정 적재물을 삭제하고자 할 때 사용합니다. 삭제 하고자 하는 작업물을 선택한 후, 삭제 버튼을 누르면 해당 적재물이 사라지게 됩니다. 이때, 삭제한 적재물보다 적재 순서가 더 뒤에 있는 적재물들은 적재 순서가 재배치 됩니다(그림 3.13).

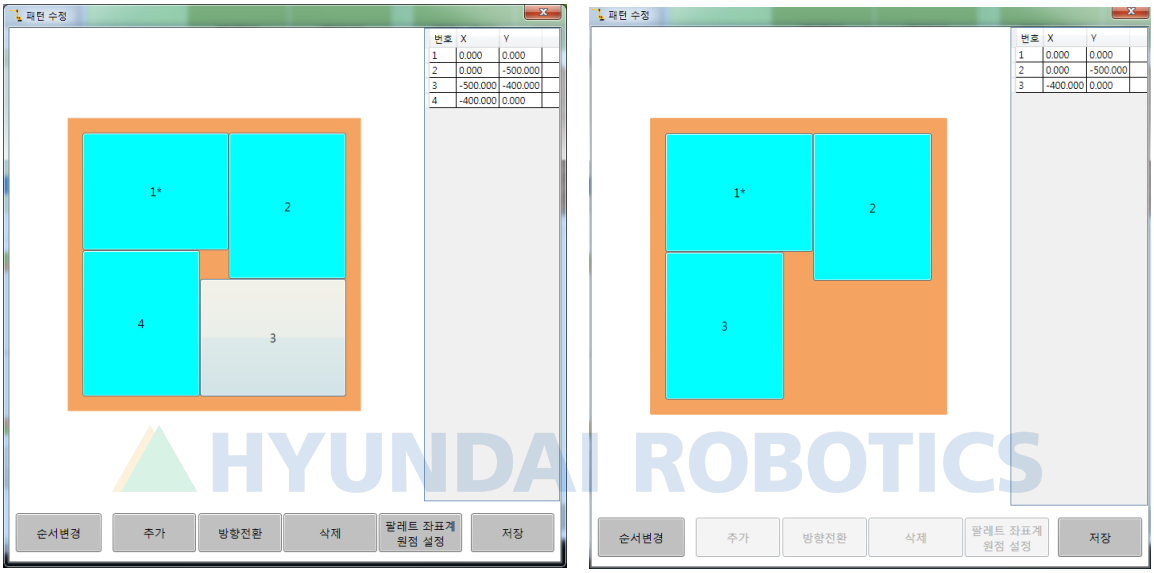


그림 3.13 적재물 삭제

3.4.6. 팔레트 좌표계 원점 설정

HRpal 을 사용하여 생성되는 표준 JOB 프로그램에서 적재 패턴은 팔레트 좌표계를 기준으로 하여 생성됩니다. 팔레트 좌표계는 사용자가 정의하는 팔레트 상에서의 좌표계를 의미하며, 아래의 그림 3.14 에 나타나있는 오른손 모양과 동일한 좌표계를 사용합니다.
팔레트의 위치나 방향, 형태는 매번 달라질 수 있기 때문에 사용자가 직접 팔레트 상에서 원점과 X 축 방향 그리고 Y 축 방향에 대해서 티칭 해주어야 합니다. 팔레트 좌표계 원점은 팔레트 좌표계를 티칭 할 때에 기준이 되는 점을 의미합니다. 기본적으로 홀수단 1 번 작업물을 기준으로 하지만, 사용자의 편의에 의해 팔레트 좌표계 원점 설정 기능을 통하여 다른 작업물을 원점으로 설정할 수 있습니다.
팔레트 좌표계 원점을 변경하고자 하는 작업물을 선택한 후, 팔레트 좌표계 원점 설정 버튼을 클릭하면 해당 위치의 작업물에 * 표시가 나타나고, 원점이 변경됩니다(그림 3.14).

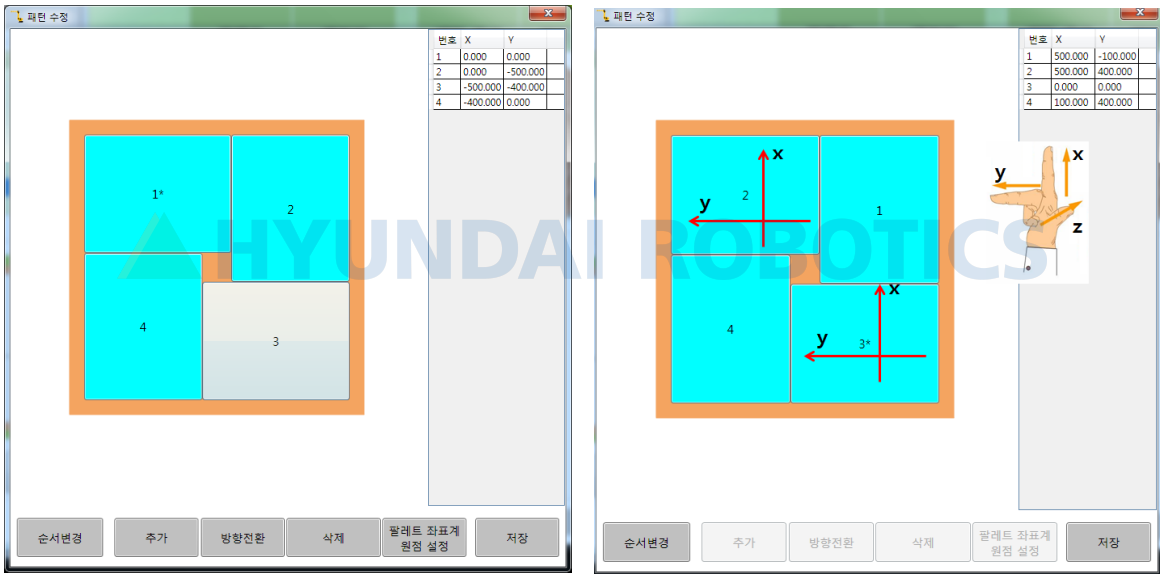


그림 3.14 팔레트 좌표계 원점 설정 기능

3.4.7. 핸드 개방 방향 설정

팔레타이징용 그리퍼는 아래와 같이 방향의 구분이 필요 없이 위에서 내려놓는 방식이나, 특정 방향으로 핸드가 개방 방향을 고려 해야 하는 것이 있습니다(그림 3.15). 핸드 개방 방향 지정 기능은 이러한 개방 방향을 고려해야 하는 핸드를 위해 방향을 지정할 수 있는 기능입니다.

그림 3.15 팔레타이징용 그리퍼들

각각의 적재물에 대해 마우스 오른쪽 버튼을 누르면 방향 지정 키가 활성화 되며, 상, 하, 좌, 우 중 아무 곳이나 마우스를 이동하면 자동으로 지정됩니다(그림 3.16). 또한, 방향성을 지정하지 않기를 원하면, 오른쪽 버튼을 누른 후, 바로 왼쪽버튼으로 중앙을 선택하면 됩니다.
여기서 화살표는 화살표의 방향으로 핸드가 개방된다는 것을 의미합니다. 그리고 지정된 데이터를 사용하여 추후 JOB 프로그램 생성시에 핸드의 회전 방향을 계산하여 저장합니다.

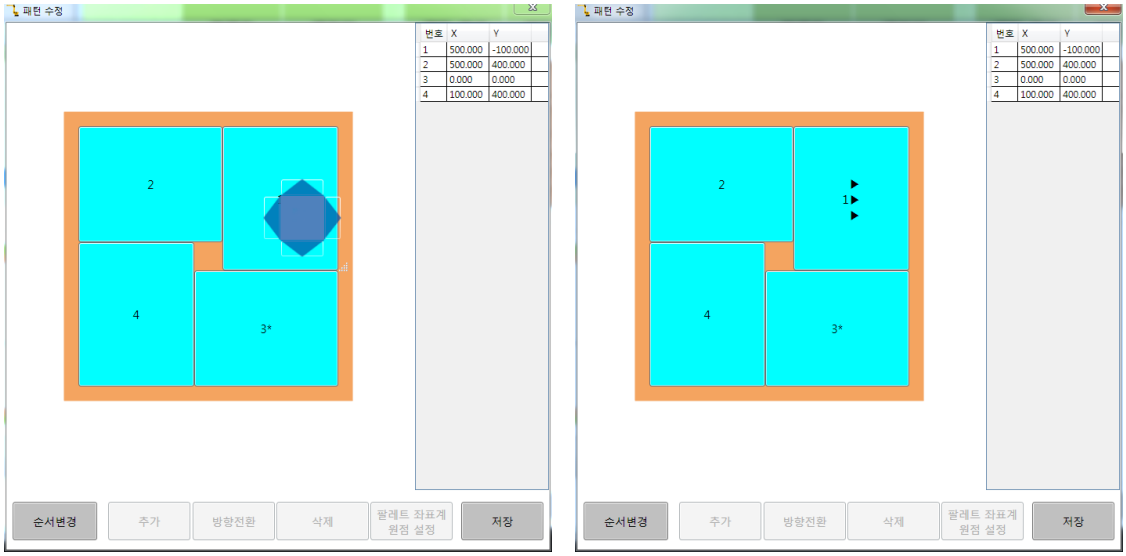


그림 3.16 핸드 개방 방향 지정 기능

3.4.8. 저장

저장 버튼은 위치의 변경, 삭제 등 패턴에 대한 수정이 이루어진 후, 실제 패턴에 반영하기 위해 사용합니다. 저장 버튼을 누르면 자동으로 해당 창이 종료되며, 선택했었던 단의 내용이 변경된 것을 확인할 수 있습니다.

3.5. 패턴 관리

패턴 관리는 사용자가 기존에 만들었던 패턴들을 관리하기 위한 메뉴 입니다(그림 3.17). 그리고 로봇에서 사용하기 위한 JOB 프로그램을 만들거나, POSE 파일을 생성하기 위해서 사용할 수 있습니다. 패턴 레지스터는 JOB 프로그램에서 사용될 해당 패턴에 대한 번호이며, 직접 입력하여 지정할 수 있습니다. 그리고 핸드 방향 설정이 필요한 패턴에 대해서는 해당 옵션을 지정하여 사용할 수 있습니다.

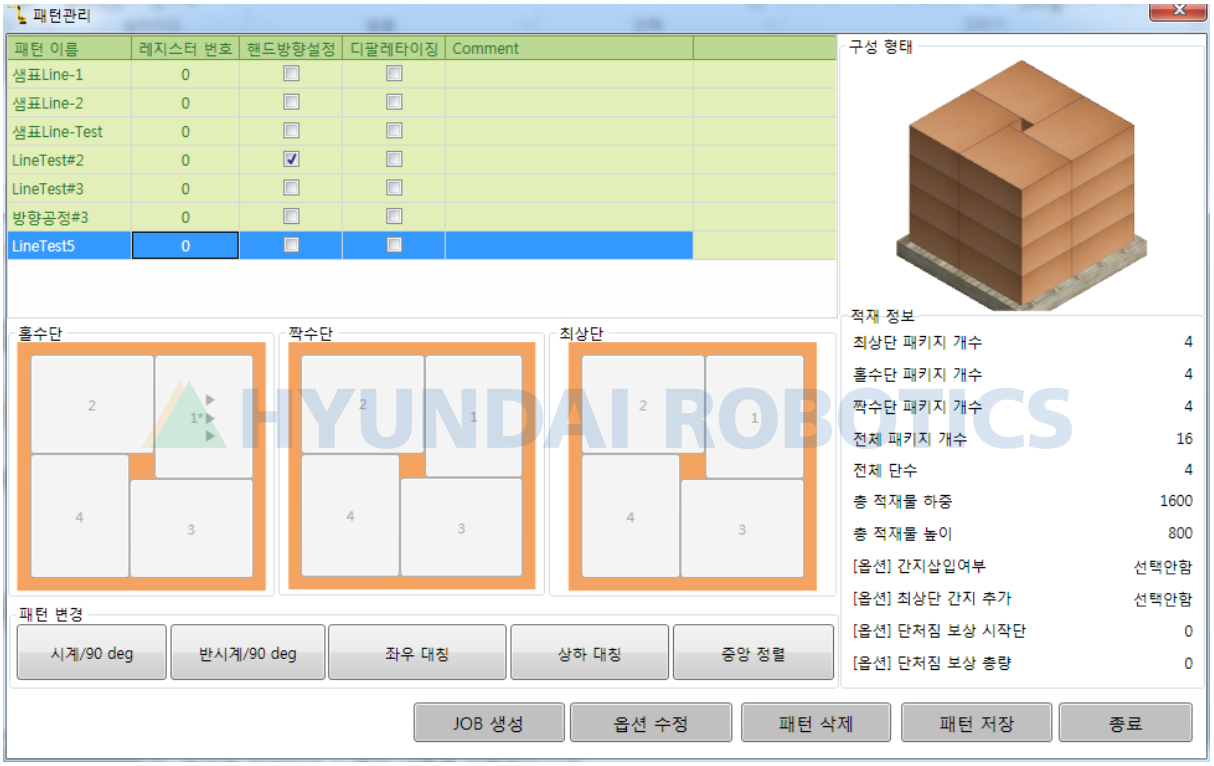


그림 3.17 패턴 관리 기능

3.5.1. JOB 생성

JOB 생성 기능은 레지스터 번호가 지정된 패턴에 대해 바로 팔레타이징 기능을 수행해볼 수 있도록 표준 JOB 프로그램[2]과 HRSpace3 시뮬레이션 환경을 생성하여 출력하는 기능입니다. 해당 기능의 특징은 아래와 같습니다.

- 패턴 레지스터 번호를 할당한 패턴들을 실제 로봇에서 사용할 수 있도록 표준 프로그램을 생성하여 출력합니다.
- HRSpace3 에서의 시뮬레이션 편의를 위해 해당 패턴에 대한 적재물 모델을 자동으로 생성해줍니다.
- 패턴 레지스터 번호는 1~16 까지 할당 가능하며, 중복 할당은 불가능 합니다.
- 핸드 방향 설정 옵션이 활성화 되어 있는 경우, 각 적재물의 핸드 개방 방향이 미지정 상태이면 JOB 프로그램을 생성할 수 없습니다.
- JOB 생성 버튼을 누르면 JOB 프로그램을 저장하고자 하는 폴더를 선택하는 메뉴가 나타납니다. 해당 폴더 선택 후, 확인 버튼을 누르면 해당 폴더에 JOB 프로그램이 저장됩니다.
- 만약 어떠한 패턴 레지스터도 설정되어 있지 않다면, 수행할 수 없습니다.
- 더 이상 JOB 프로그램을 생성하기를 원치 않는 패턴에 대해서는 패턴레지스터를 0 번으로 변경해야 합니다.

3.5.2. 옵션 수정

HYUNDAI ROBOTICS

옵션 수정은 단 처짐과 관련된 보상 옵션과 간지 삽입 여부를 수정하기 위한 기능입니다(그림 3.18).

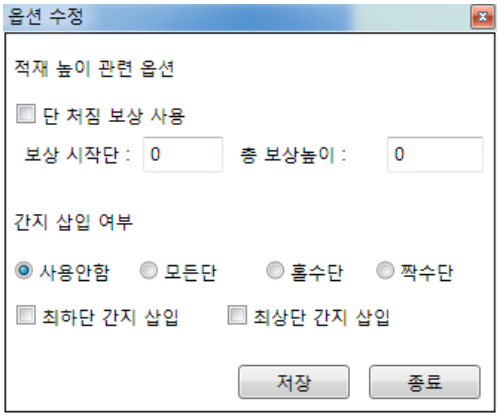


그림 3.18 옵션 수정 메뉴

[2] 표준 프로그램에 대한 자세한 설명은 “3. 팔레타이징 표준 프로그램”을 참고하세요.

3.5.3. 패턴 삭제, 패턴 저장, 종료

- 패턴 삭제 버튼은 현재 지정된 패턴을 삭제하는데 사용합니다.
  (주의) 현재 화면에서 패턴을 삭제하더라도, 패턴 저장 버튼을 누르지 않으면 파일에 반영되지 않습니다.

- 패턴 저장 버튼은 패턴의 일부 내용을 수정하거나 변경한 내용을 파일로 저장하고자 할 때 사용합니다.

HYUNDAI ROBOTICS

3.6. 사용자 패턴 정의

사용자 정의 기능은 사용자가 임의대로 적재물을 배치하여 패턴을 만들 수 있는 기능입니다(그림 3.19). 자동 패턴 생성 기능과 달리 서로 다른 적재물을 배치하여 패턴을 만들 수 있습니다. 기능의 사용 순서는 다음과 같습니다.

(1) 바닥에 놓일 팔레트를 선택합니다.

(2) 적재하고자 하는 적재물을 선택합니다.

(3) 추가, 방향전환, 삭제 등의 기능을 사용하여 원하는 패턴을 구성합니다.

(4) 시계, 반시계 방향등 패턴 편집 기능을 사용하여 패턴을 정 중앙에 위치시킵니다.

(5) 짝수단, 최상단의 패턴도 위의 방법을 사용하여 정의합니다.

(6) (*) 홀수단 복사 기능을 사용하여 홀수단과 동일한 패턴을 사용할 수 있습니다.

(7) 적재단수를 지정합니다.

(8) 기타 단처짐 보상이나 간지 삽입여부를 지정합니다.

(9) 저장 버튼[3]을 누르고 저장할 패턴의 이름을 지정하면, 패턴 등록이 완료됩니다.

HYUNDAI ROBOTICS

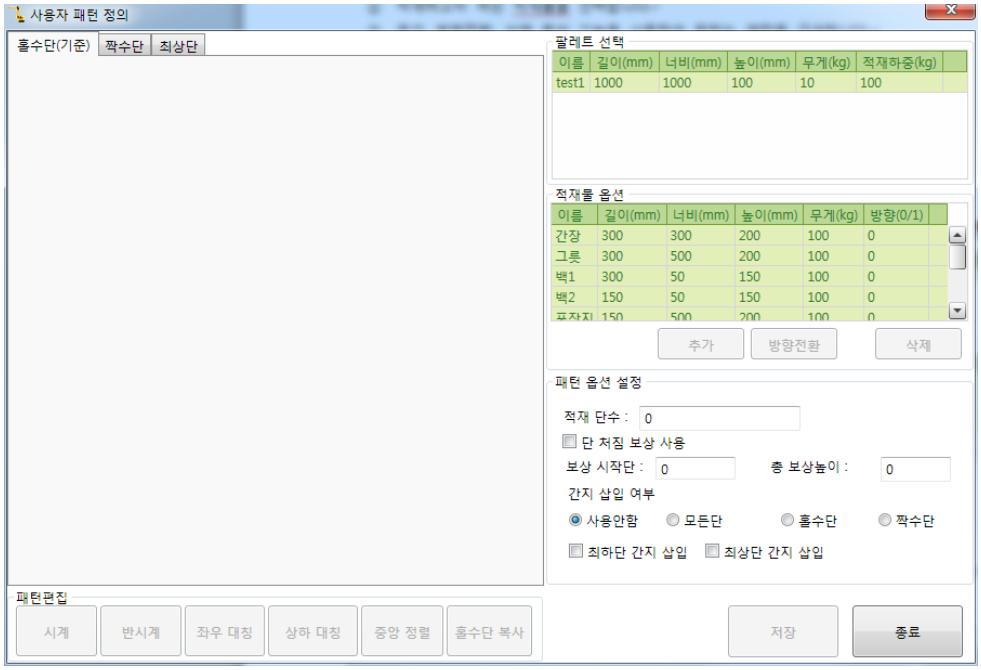


그림 3.19 사용자 패턴 정의 메뉴

[3] 저장 기능은 홀수단, 짝수단, 최상단의 데이터가 온전히 채워져 있고, 적재단수가 할당되어 있을 때 활성화 됩니다.

HYUNDAI ROBOTICS

4

팔레타이징
표준 프로그램

4. 팔레타이징 표준 프로그램

팔레타이징 표준 프로그램은 팔레타이징에 필요한 틀을 사전에 구성해놓은 프로그램 집합입니다. 사용자가 HRpalware, HRpal 을 사용하여 팔레타이징을 수행할 때, 해당 프로그램을 사용하면 작업 관련 위치의 기록 및 변수의 변경만으로 쉽고 빠르게 팔레타이징을 수행할 수 있습니다.

4.1. 변수 구성

표 4-1 표준 프로그램 내 시프트 및 포즈 변수 번호 및 용도

시프트 변수(R)		
번호	**개수**	**내용**
1001~1060	60 개	1 번 공정 간지 시프트 변수
1061~1120	60 개	2 번 공정 간지 시프트 변수
…		
1901~1960	60 개	16 번 공정 간지 시프트 변수
2001~2500	500 개	1 번 공정 적재패턴 시프트 변수
2501~3000	500 개	2 번 공정 적재패턴 시프트 변수
…		
9501~9999	499 개	16 번 공정 적재패턴 시프트 변수
포즈 변수(P)		
번호	**내용**	**비고**
1001	홈포지션 위치	1001~1007 은 팔레트 파라미터 설정으로 계속 변경되는 위치
1002	픽업 위치 바로 위	
1003	픽업 위치	
1004	픽업 위치 바로 위	
1005	적재 패턴 위치 바로 위	
1006	적재 패턴 위치	
1007	적재 패턴 위치 바로 위	
6001~6016	1 번~16 번 공정의 기본 자세(홈포지션)	6001~7016 은 사용자가 사전에 할당해놓은 포즈 변수로 변동 없음
6501~6516	1 번~16 번 공정의 적재물을 들어올릴 위치(픽업 위치)	1 번 적재물(패턴 당 5 종류 적재물 사용가능)
6551~6566	1 번~16 번 공정의 적재물을 들어올릴 위치(픽업 위치)	2 번 적재물(패턴 당 5 종류 적재물 사용가능)
6601~6616	1 번~16 번 공정의 적재물을 들어올릴 위치(픽업 위치)	3 번 적재물(패턴 당 5 종류 적재물 사용가능)
6651~6666	1 번~16 번 공정의 적재물을 들어올릴 위치(픽업 위치)	4 번 적재물(패턴 당 5 종류 적재물 사용가능)
6701~6716	1 번~16 번 공정의 적재물을 들어올릴 위치(픽업 위치)	5 번 적재물(패턴 당 5 종류 적재물 사용가능)
7001~7016	1 번~16 번 공정의 간지를 들어올릴 위치(간지 픽업 위치)	

HYUNDAI ROBOTICS

표 4-2 표준 프로그램 내 일반 변수 번호 및 역할

일반 변수(V%)		
번호	**설명**	**비고**
1	Start Signal	
2	계속, 이전 플래그	
5	현재 공정 번호	
6	이전 공정 번호	
7	현재 적재물 or 간지 번호	7 이상일 경우, 간지 처리
8	이전 적재물 or 간지 번호	
31~46	작업물 Counter	
61~76	간지 Counter	
91~106	단수 Counter	
121~136	작업물 개수	
151~166	홀수단 작업물 개수	
181~196	짝수단 작업물 개수	
211~226	최상단 작업물 개수	
241~256	간지 개수	
271~286	최하단 간지 삽입여부	
301~316	최상단 간지 삽입여부	
331~346	층수 계산을 위한 변수	
361~376	작업 1~16 유/무효	
551~566	(Simulation) 전체 흐름 조절용 변수	
일반 변수(V!)		
번호	**설명**	**비고**
31~46	작업물 크기 (L)	
61~76	작업물 크기 (W)	
91~106	작업물 크기 (H)	
121~136	들어올릴 높이	사용자 지정 필요

HYUNDAI ROBOTICS

4.2. 전체 순서도

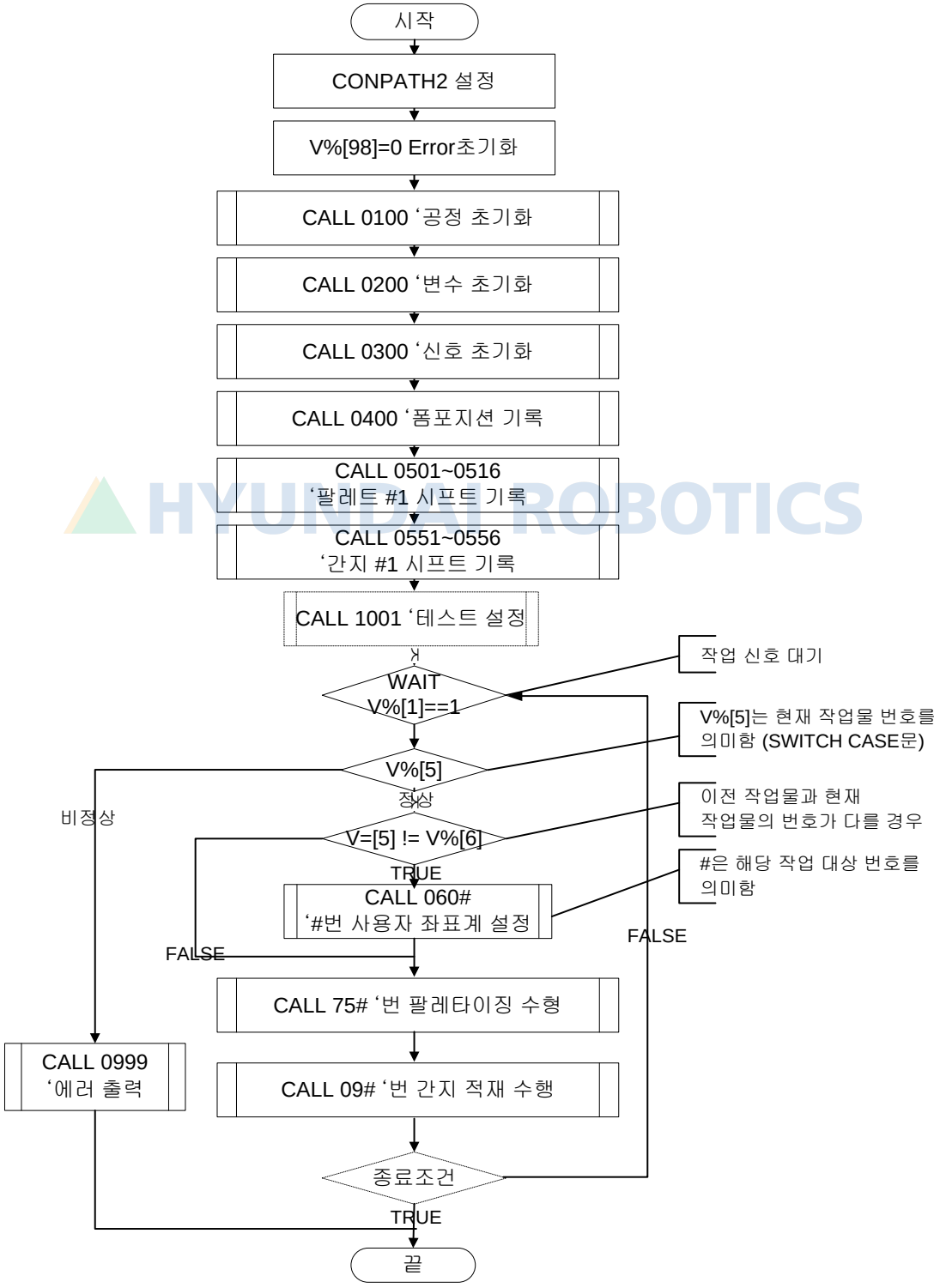


그림 4.1 표준 프로그램 전체 순서도

4.3. 프로그램 구성

표 4-3 표준 프로그램 JOB Number 및 역할

Job Number	역할	설명
1	메인	전체 흐름 관리
50	Vacuum On	그리퍼로 물건을 잡는 신호를 기록
51	Vacuum Off	그리퍼로 물건을 놓는 신호를 기록
100	공정 파라미터 설정	
200	각종 변수 초기화	
300	각종 신호 초기화	
400	홈포지션, 작업물 위치 포즈 프로그램	정의되어 있는 포즈 변수에 포즈 상수를 사용하여 위치를 기록해야 함
451~466	툴 제어 프로그램	각종 툴들의 위치를 제어
501~516	팔레트별 적재패턴 쉬프트 변수 프로그램	HRpal, HRpalware 에 의해 자동으로 생성됨
551~566	간지 쉬프트 변수 프로그램	HRpal, HRpalware 에 의해 자동으로 생성됨
601~616	팔레트 좌표계 생성 프로그램	팔레트에 사용자 좌표계를 생성해야 함 작업 원점, 해당 지점에서의 X 축, X-Y 평면상 점 기록 필요
701~716	팔레트 파라미터 설정	
751~766	팔레타이징 모션 프로그램	로봇을 움직여 팔레타이징 작업 수행
801~816	간지 파라미터 설정	
851~866	간지 모션 프로그램	로봇을 움직여서 간지를 얹어 놓음
999	에러 핸들링 프로그램	각종 에러 발생시, 표시해주기 위한 프로그램
1001	(시뮬레이션용) 테스트 셋업 프로그램	사용자가 설정한 값이 정상동작 하는지 확인을 위해 모의 값을 이용하게 해주는 부분
1002	(시뮬레이션용) 테스트 종료조건 체크	사이클 타임들의 체크를 위해 종료 조건을 기록해놓는 부분

HYUNDAI ROBOTICS

4.3.1. 메인 프로그램

메인 프로그램은 아래와 같이 4 가지 부분으로 나눌 수 있습니다.

(1) 각종 공정, 변수 등 초기화
(2) 툴제어 및 시프트 변수 기록
(3) 팔레타이징 조건 판단 및 수행
(4) 에러 처리

표준 프로그램을 사용하여 공정을 운용하고자 할 때에는 반드시 한번은 메인 프로그램을 구동해야 합니다. 이는 메인 프로그램에서 각종 신호처리 및 초기화가 이루어 지기 때문인데, [Program 1 메인 프로그램 구성]에서 16 번째 라인까지가 기본적인 초기화 부분 입니다. 메인 프로그램의 초기화 부분이 한번이라도 구동되어 정보를 저장하고 있다면, 팔레트 이동이나 간지 이동 등의 JOB 프로그램은 별 다른 처리 없이 정상적으로 구동될 수 있습니다.

Program 1 메인 프로그램 구성

```
Program File Format Version : 1.6   MechType: _MECHTYPE   TotalAxis: _TOTAL_AX   AuxAxis: _AUX_AX
1       "Main Job Program
2       '------------------------
3       CONTPATH 2
4       '------------------------
5       V%[98]=0 'JOB PROGRAM ERROR 초기화
6       '------------------------
7       CALL 100 '공정 초기화
8       CALL 200 '변수 초기화
9       CALL 300 '신호 초기화
10      CALL 400 '홈포지션 초기화
11      '------------------------
12      CALL 451  '1 공정 툴제어 기록
13      CALL 501  '1 공정 팔레트 시프트 기록
14      …
15
16      '------------------------
17      CALL 1001 '시뮬레이션용 설정
18      V![8] = TIMER
19 100 WAIT V%[1] = 1            'START
20      '------------------------
21      SELECT V%[5]
22      CASE 1    'Work #1
23      IF V%[6]<>V%[5] THEN
24          CALL 601 'User CRD
25      ENDIF
26          CALL 751 '1 공정 팔레트 이동
27          V%[6] = V%[5] '이전 공정 저장
28      …
29      CASE ELSE
30          V%[98]=1 '미등록 공정
31          GOTO 200
```

HYUNDAI ROBOTICS

```
32      END_SELECT
33      '------------------------
34      CALL 1002 '시뮬레이션 완료 설정
35      IF V%[566]=9999 THEN 300
36      '------------------------
37      '정상처리
38      GOTO 100
39      '------------------------
40      'Error Handling
41      '------------------------
42 200 CALL 999 'Error function
43 300 PRINT #0, "Total Cycle Time= " ; TIMER - V![8]
44      END
```

HYUNDAI ROBOTICS

4.3.2. Vacuum On, Off

Vacuum On, Off 프로그램(50, 51 번 JOB 프로그램)은 팔레트 이동 프로그램 내에서 CALL 하는 형태로 사용됩니다. 기본적으로 생성되는 JOB 프로그램에는 DO10 을 신호로 사용하여 정의되어 있으며, 실제 공정에 적용할 때에는 해당 공정에 맞는 신호로 JOB 프로그램을 수정하면 됩니다.

4.3.3. 공정 파라미터 설정

공정 파라미터 설정(100 번 JOB 프로그램)은 해당 공정의 사용 유/무를 결정하기 위한 JOB 프로그램 입니다. V%[361 ~ 376]까지의 값이 0 또는 1 로 정의되어 있고, Enable 로 설정하려면 1 을 할당하고, Disable 로 설정하려면 0 으로 할당해야 합니다.
할당한 공정 파라미터 값은 향후 모니터링을 통해 해당 공정의 활성화 여부를 확인하기 위해 사용할 수 있습니다.

HYUNDAI ROBOTICS

4.3.4. 각종 변수, 신호 초기화

변수 초기화 프로그램(200 번 JOB 프로그램)은 표준 프로그램에서 사용하는 다양한 변수 값들의 초기값을 지정해주기 위한 프로그램 입니다. 대부분의 값은 표준 프로그램 내부에서 처리되는 값들이며, HRpal 혹은 HRpalware 에서 자동으로 생성됩니다.
그러나 28 번 라인의 작업물을 들어올릴 높이 값은 사용자가 직접 지정한 값을 사용하게 되며, 표준 프로그램을 생성한 후에 사용자가 수작업으로 수정해주어야 합니다(그림 4.2). 그리고 2, 3, 42, 43 라인의 PRINT, STOP 부분 또한 JOB 프로그램의 수정이 끝난 후에 지워주어야 자동으로 로봇을 운전할 수 있습니다.

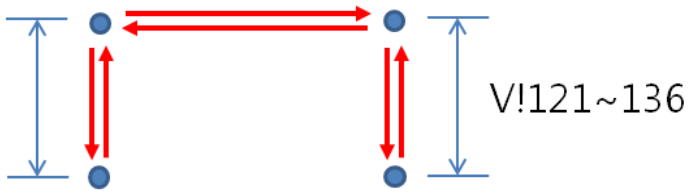


그림 4.2 V!121~136 변수의 의미

HYUNDAI ROBOTICS

부가적으로 HRpalware 를 사용하여 표준 프로그램을 저장할 경우, 변수들에 대한 Data Comment 와 각종 데이터 모니터링 목록을 자동으로 만들어줍니다. 이를 사용하면 티치펜던트에서 팔레타이징 과정에 대한 모니터링을 바로 수행할 수 있습니다.

Program 2 각종 변수 초기화 프로그램

```
Program File Format Version : 1.6   MechType: _MECHTYPE   TotalAxis: _TOTAL_AX   AuxAxis: _AUX_AX
1       "Initialize Variable
2       PRINT #0, "각종 변수값을 수정 후, PRINT, STOP 은 삭제 하세요."
3       STOP
4       V%[1]=0 'Start Signal
5       V%[5]=0 'Current Working Pallet Number
6       V%[6]=0 'Previous Working Pallet Number
7       V%[7]=1 'Package Number
8       V%[8]=1 'Previous Package Number
9       "총 적재물 개수
10      V%[121]=36 'Total Package #1
11      "홀수단 적재물 개수
12      V%[151]=9 'Odd Layer Package #1
13      "짝수단 적재물 개수
14      V%[181]=9 'Even Layer Package #1
15      "최상단 적재물 개수
16      V%[211]=9 'Top Layer Package #1
17      "간지 개수
18      V%[241] = 0 'Total Slipsheet #1
19      "최하단 간지 삽입 여부
20      V%[271]=0 'Slipsheet Stack First-layer #1
21      "최상단 간지 삽입 여부
22      V%[301]=0 'Slipsheet Stack Top-layer #1
23      '적재물 길이, 너비, 높이
```

```
24      V![31]=400 'Package Length #1
25      V![61]=300 'Package Width #1
26      V![91]=300 'Package Height #1
27      '작업물을 들어올릴 높이
28      V![121]=0 'Pickup Height #1
29      '작업물 카운터 리셋여부 결정
30      '작업물 카운터 리셋시, 간지, 레이어 카운터도 같이 리셋
31      FOR V%[3]=1 TO 16
32          IF V%[30+V%[3]] <> 0 THEN
33              PRINT #0, "1:계속, 2:리셋"
34              INPUT #0, V%[2]
35              IF V%[2]<>1 THEN
36                  V%[30+V%[3]]=0 '작업물 카운터 리셋
37                  V%[60+V%[3]]=0 '간지 카운터 리셋
38                  V%[90+V%[3]]=0 '레이어 카운터 리셋
39              ENDIF
40          ENDIF
41      NEXT
42      PRINT #0, "각종 변수값을 수정 후, PRINT, STOP 은 삭제 하세요."
43      STOP
44      END
```

HYUNDAI ROBOTICS

신호 초기화 프로그램(300 번 JOB 프로그램)은 해당 공정 수행 전에 초기화해야 하는 신호들을 기록해놓기 위해 사용합니다. 초기에는 아무런 내용이 정의되어 있지 않으며, 공정에 맞게 신호를 사전에 기록해놓습니다.

4.3.5. 홈포지션, 작업물 위치 포즈 프로그램

홈포지션, 작업물 위치 포즈 프로그램(400 번 JOB 프로그램)은 특정 공정의 홈포지션의 위치와 작업물을 픽업하기 위해 이동해야 하는 위치를 기록하는 프로그램입니다. 6000 번대 포즈 변수는 Home Position 으로 사용되고, 6500 ~ 6700 번대 포즈 변수는 각각의 공정에 대한 Pickup Position 을 지정하는데 사용합니다. 하나의 공정은 최대 5 개의 다른 작업물을 대상으로 공정을 수행할 수 있습니다.

Program 3 홈포지션, 픽업, 간지 픽업 위치 기록을 위한 JOB 프로그램

```
Program File Format Version : 1.6   MechType: _MECHTYPE   TotalAxis: _TOTAL_AX   AuxAxis: _AUX_AX
1       "Home, Package, Approach Position
2       PRINT #0,"아래의 위치들을 포즈 상수를 이용하여 실제 작업위치로 변경해주세요."
3       STOP
4       P[6001]=P* 'Home Position #1
5       P[6001].CFG.CRD=1
6       P[6501]=P* 'Pickup Position #Work 1_1
7       P[6501].CFG.CRD=1
8       P[6551]=P* 'Pickup Position #Work 1_2
9       P[6551].CFG.CRD=1
10      P[6601]=P* 'Pickup Position #Work 1_3
11      P[6601].CFG.CRD=1
12      P[6651]=P* 'Pickup Position #Work 1_4
13      P[6651].CFG.CRD=1
14      P[6701]=P* 'Pickup Position #Work 1_5
15      P[6701].CFG.CRD=1
16      END
```

HYUNDAI ROBOTICS

4.3.6. 툴 제어 프로그램

툴 제어 프로그램(451 번~466 번 JOB 프로그램)은 각종 지그나 위치를 조절하는데 사용되는 툴들을 제어하는 부분을 정의하기 위해 사용합니다. 툴 제어 프로그램은 공정에 따라서 사용 유/무가 다르고, 사용이 필요한 위치도 다르기 때문에 별도로 호출 위치가 지정되어 있지 않습니다. 그러므로 공정에 맞도록 해당 프로그램에 사용자가 제어 프로그램을 작성한 후, 호출 위치를 직접 지정하여 사용해야 합니다.

4.3.7. 팔레트별 적재패턴, 간지 시프트 변수 프로그램

팔레트별 적재 패턴(501~516 번 JOB 프로그램)과 간지 시프트 변수 프로그램(551~566 번 JOB 프로 그램)은 적재 패턴과 간지의 시프트 값들이 저장되어 있는 프로그램입니다. 이는 HRpal 혹은 HRpalware 를 사용하여 만든 패턴이 자동으로 저장되며, 사용자가 직접 시프트 값을 수정할 수 있습니다.

시프트 변수는 R1001 ~ R9999 까지 사용되며, 공정 별로 500 개씩 사전에 할당된 값들을 사용하도록 되어 있습니다. 그리고 각 시프트 변수에 주석으로 자동으로 표기되는 것은 층_순서의 방식으로 표기되며, 예를 들면 1_3 은 1 층의 3 번째 작업물을 의미합니다.

Program 4 생성된 팔레트 적재 패턴 프로그램 예시

```
Program File Format Version : 1.6   MechType: _MECHTYPE   TotalAxis: _TOTAL_AX   AuxAxis: _AUX_AX
1       R2001=(0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000)U    '1_1
2       R2002=(-300.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000)U    '1_2
3       R2003=(0.000,400.000,0.000,0.000,0.000,0.000)U    '1_3
4       R2004=(-750.000,-50.000,0.000,0.000,0.000,90.000)U    '1_4
5       R2005=(-50.000,750.000,0.000,0.000,0.000,90.000)U    '1_5
6       R2006=(-300.000,400.000,0.000,0.000,0.000,0.000)U    '1_6
7       R2007=(-800.000,300.000,0.000,0.000,0.000,0.000)U    '1_7
8       R2008=(-450.000,750.000,0.000,0.000,0.000,90.000)U    '1_8
9       R2009=(-800.000,700.000,0.000,0.000,0.000,0.000)U    '1_9
10      R2010=(-50.000,750.000,300.000,0.000,0.000,90.000)U    '2_1
11      R2011=(-50.000,450.000,300.000,0.000,0.000,90.000)U    '2_2
12      R2012=(-450.000,750.000,300.000,0.000,0.000,90.000)U    '2_3
13      R2013=(0.000,0.000,300.000,0.000,0.000,0.000)U    '2_4
14      R2014=(-800.000,700.000,300.000,0.000,0.000,0.000)U    '2_5
15      R2015=(-450.000,450.000,300.000,0.000,0.000,90.000)U    '2_6
16      R2016=(-350.000,-50.000,300.000,0.000,0.000,90.000)U    '2_7
17      R2017=(-800.000,300.000,300.000,0.000,0.000,0.000)U    '2_8
18      R2018=(-750.000,-50.000,300.000,0.000,0.000,90.000)U    '2_9
19      END
```

4.3.8. 팔레트 좌표계 생성 프로그램

HRpal 혹은 HRpalware 에서 생성된 패턴의 시프트 데이터는 모두 1 번 적재물의 위치에 대한 상대적인 시프트 값으로 기록되어 있습니다. 그러므로 팔레트 상에서 최초 1 번 위치(혹은 티칭 위치, *로 표기됨)가 적재될 위치를 기준으로 하여 사용자 좌표계를 만드는 작업이 필요하며, 이는 팔레트 좌표계 생성 프로그램(601~616 번 JOB 프로그램) 파일에 정의되어 있습니다.
사용자 좌표계는 3 개의 좌표값을 기록하는 것으로 생성할 수 있으며, 기록해야할 좌표값은 아래와 같습니다 (Program 5, 그림 4.3).

- P1 – 가장 최초에 적재를 시작할 적재물의 위치를 기록합니다. 이는 동시에 사용자 좌표계상의 원점입니다.
- P2 – 1 번 적재물을 기준으로 하여, X 축의 한 점을 설정합니다.
- P3 – 1 번 적재물 기준 X-Y 평면 상의 한 점을 설정합니다.

사용자 좌표계는 기본적으로 로봇 좌표계(오른손 좌표계)와 동일하게 정의합니다. HRpal 혹은 HRpalware 화면에 보이는 패턴의 티칭 위치점(* 표시)에 오른손 좌표계를 적용한 형태로 사용자 좌표계를 정의하면 올바른 형태로 동작합니다.

Program 5 사용자 좌표계 기록을 위한 JOB 프로그램

```
Program File Format Version : 1.6   MechType: _MECHTYPE   TotalAxis: _TOTAL_AX   AuxAxis: _AUX_AX
1       "HHI User Coordinate Define Program
2       PRINT #0,"사용자 좌표계를 포즈상수값을 사용하여 기록하세요. 완료 후 PRINT, STOP 은 삭제 하세요."
3       STOP
4       P1=P* 'Origin
5       P2=P* 'X-axis
6       P3=P* 'X-Y plane
7       MKUCRD 1,P1,P2,P3
8       SELUCRD 1
9       P4=P1
10      P4.CFG.CRD=4
11      END
```

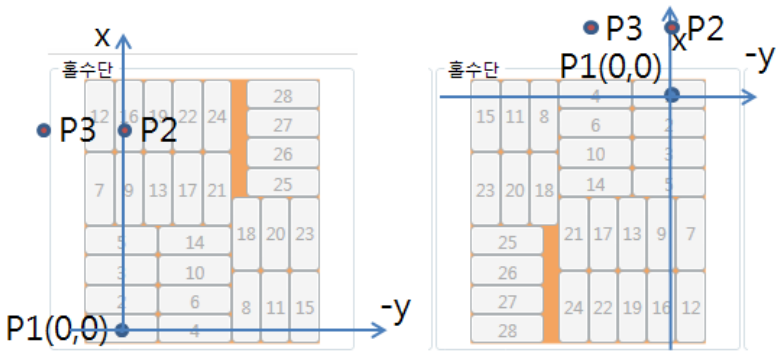


그림 4.3 사용자 좌표계 기록 예시

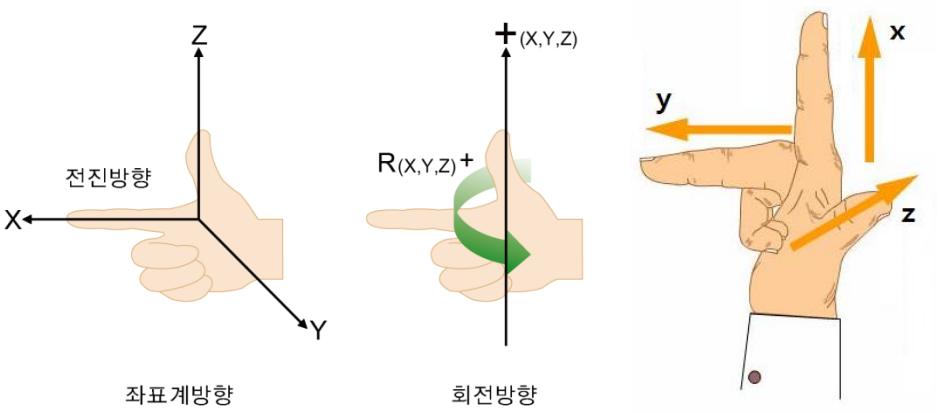


그림 4.4 오른손 좌표계의 구성 형태

HYUNDAI ROBOTICS

4.3.9. 팔레트, 간지 파라미터 설정

팔레트, 간지 파라미터 설정 프로그램(701~716 번 JOB 프로그램)은 팔레타이징의 진행을 위해 각종 시프트 변수를 대입하거나 팔레타이징에 필요한 변수들을 초기화 하는 등의 일을 수행합니다. 기본적으로는 해당 JOB 프로그램의 변수를 수정할 부분이 없지만, 경유 Step 을 추가하거나, 변경하고자 하는 경우에는 해당 JOB 프로그램을 수정해서 프로그램을 작성할 수 있습니다.

Program 6 팔레트 파라미터 설정 프로그램

```
Program File Format Version : 1.6   MechType: _MECHTYPE   TotalAxis: _TOTAL_AX   AuxAxis: _AUX_AX
1       'Palletize Parameter Setting #0
2       V%[98]=0 'Error Handling Variable
3       IF V%[31]=V%[121] THEN
4           V%[31]=0
5           V%[61]=0
6           V%[91]=0
7       ENDIF
8       P[1001]=P[6001] 'Home Position
9       P[1002]=P[6501 + ((V%[7]-1)*50)] + (0.000, 0.000, V![121], 0.000, 0.000, 0.000)R        'Near
Package
10      P[1003]=P[6501 + ((V%[7]-1)*50)] 'Package Pos
11      P[1004]=P[1002] 'Pick up Pos
12      P[1006]=P4 + R[2001+V%[31]] 'Place Down
13      P[1005]=P[1006] + (0.000, 0.000, V![121], 0.000, 0.000, 0.000)R 'Near Place down
14      P[1007]=P[1005] 'Up
15      END
```

HYUNDAI ROBOTICS

4.3.10. 팔레타이징, 간지 모션 프로그램

팔레타이징, 간지 모션 프로그램은 실제 로봇을 움직이기 위한 MOVE 문들의 조합으로 구성되어 있습니다. 표준 프로그램은 연속적인 동작을 위해 4 개의 위치값(Package, Pick up, Near place down, place down)을 사용합니다. 이들 4 개의 값은 앞서 4.3.5 홈포지션, 작업물 위치 프로그램, 4.3.8 팔레트 좌표계 생성 프로그램과 4.3.4 각종 변수, 신호 초기화에서 지정한 들어올릴 높이 값을 사용하여 정의합니다. 그리고 Home Position 은 다른 작업물이 진입했거나, 간지 삽입을 하러 가야하는 등 연속적이지 않은 동작을 수행해야 될 경우에 이동할 초기 위치를 의미하며, 이는 3~5 번 라인을 보면 변동이 있을 경우에만 수행하도록 되어 있습니다.
만일, S4. Up과 S5. Near Place Down 사이에 다른 경유점을 추가하고자 할 때에는 S4 와 S5 사이에 새로운 MOVE 문을 추가하여 사용하면 됩니다.

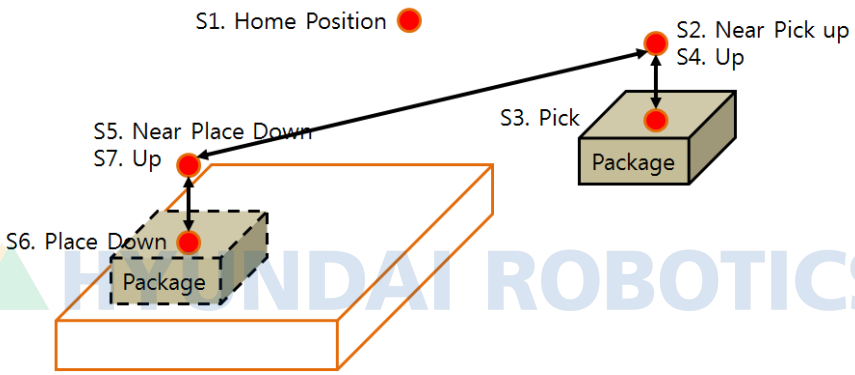


그림 4.5 팔레타이징 동작 위치값

Program 7 팔레트 모션 프로그램

```
Program File Format Version : 1.6   MechType: _MECHTYPE   TotalAxis: _TOTAL_AX   AuxAxis: _AUX_AX
1        ''Palletize Job Program
2          CALL 701 '모션 파라미터 설정
3        IF V%[6]<>V%[5] OR V%[7]<>V%[8] THEN
4   S1   MOVE P,P[1001],S=90%,A=1,T=0 'Home Position
5        ENDIF
6   S2   MOVE P,P[1002],S=90%,A=5,T=0 'Near Pick up
7   S3   MOVE L,P[1003],S=90%,A=0,T=0 'Pick
8        CALL 0051 'Vaccum On
9   S4   MOVE L,P[1004],S=90%,A=5,T=0 'Up
10  S5   MOVE P,P[1005],S=90%,A=5,T=0 'Near place down
11  S6   MOVE L,P[1006],S=90%,A=0,T=0 'Place down
12       CALL 0050 'Vaccum Off
13       V%[31] = V%[31] + 1 '카운트 증가
14       V%[8] = V%[7] '이전 적재물, 간지 번호 저장
15  S7   MOVE L,P[1007],S=90%,A=5,T=0 'Up
16       END
```

4.4. 표준프로그램의 기본적인 사용

팔레타이징 표준 프로그램의 대부분은 자동으로 구성되고, 사용자가 일부 부문만 수정하면 동작하는 방식으로 구성되어 있습니다. 설정해야 하는 부분으로는 변수 설정과 위치 기록의 두 가지 부분이 있고, 해당 부분만 수정하면 로봇이 자동으로 움직이도록 되어 있기 때문에 매우 빠르게 로봇의 움직임을 체크해볼 수 있습니다.

4.4.1. 변수 설정

HRpal, HRpalware 에서 자동으로 생성된 표준 프로그램에서 사용자가 변경해야 하는 변수는 V!121~136 입니다. 해당 변수는 작업물을 들어 올리거나 내려 놓을 때, 얼마나 높이 들어올릴 지 혹은 내려 놓을지를 지정하는 변수 입니다.
그 외의 나머지 변수는 필요에 따라 자유롭게 변경할 수 있고, 자세한 내용은 [4.1. 변수 구성]을 참고하시면 됩니다.

4.4.2. 위치 기록

표준 프로그램에서 기록해야 할 기본 위치는 크게 2 가지가 있습니다. 첫 번째는 적재물의 위치를 나타내는 포즈 변수이고, 두 번째는 팔레트의 상의 사용자 좌표계를 만들기 위한 변수입니다.

HYUNDAI ROBOTICS

(1) 픽업 위치와 관계된 포즈 기록

적재물 위치와 관계된 변수는 0400.JOB 파일에 정의되어 있고, 작업물 픽업 위치, 간지 픽업 위치 그리고 홈 포지션 위치가 각 공정 별로 정의되어 있습니다. 사용자는 실제 로봇 혹은 시뮬레이션에서 티치펜던트를 통해 해당 위치로 로봇을 이동 시킨 후, 해당 포즈 변수를 포즈 상수 값으로 변경시키면 됩니다 (Program 3).
하나의 적재 패턴에 대해서 한 개의 적재물만 사용되는 경우에는 Home Position 과 Pickup Position #1 만을 티칭하면 되고, 여러 개의 적재물이 사용된다면, 해당 되는 Pickup Position 을 모두 티칭하면 됩니다.

(2) 팔레트 상에 사용자 좌표계 정의

HRpal 혹은 HRpalware 에서 생성된 패턴의 시프트 데이터는 모두 1 번 적재물의 위치에 대한 상대적인 시프트 값으로 기록되어 있습니다. 그러므로 팔레트 상에서 최초 1 번 위치(혹은 티칭 위치, *로 표기됨)가 적재될 위치를 기준으로 하여 사용자 좌표계를 만드는 작업이 필요하며, 이는 팔레트 좌표계 생성 프로그램(601~616 번 JOB 프로그램) 파일에 정의되어 있습니다.
자세한 내용은 [4.3.8 팔레트 좌표계 생성 프로그램]을 참고하시기 바랍니다.

HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

5

시뮬레이션 예제

5. 시뮬레이션 예제

시뮬레이션은 HRpal 과 HRSpace3 을 사용하여 팔레타이징과 디팔레타이징 시뮬레이션을 하는 방법에 대해서 설명합니다. 본 예제에서는 위치를 티칭하기 위해 팔레트와 박스 모델의 형태를 구성하고, 표준 프로그램을 수정하여 이에 알맞게 작동하는지 확인하는 것을 목표로 합니다. 적재물을 실제 시뮬레이션 상에서 이동시키는 일은 보다 복잡한 과정이 포함되기 때문에 제외합니다.

본 예제에서는 아래의 그림 5.1 과 같이 1 개의 팔레트와 1 개의 적재물을 사용하여 팔레타이징 시뮬레이션을 수행합니다. 그리고 동일한 환경 구성에서 간단한 변경만으로 디팔레타이징 시뮬레이션을 수행합니다.

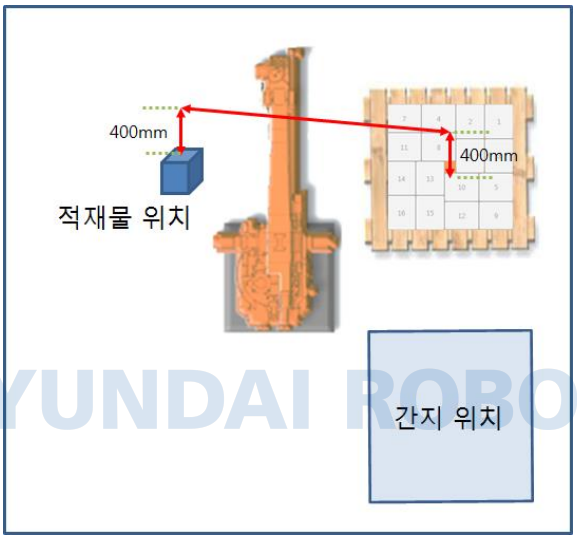


그림 5.1 팔레타이징 예제 구성

HYUNDAI ROBOTICS

5.1. 환경 구성

(1) 적용 로봇
HP160

(2) 팔레트
크기 1100x1100x150 mm, 무게 10kg, 적재하중 600kg

(3) 적재물
크기 300x250x300 (10kg)

(4) 간지
1100x1100x1 mm (0.1kg)

(5) 자동적재 순서
자동 적재 순서는 오른쪽 아래에서부터 시작함

(6) 단수 설정
3 단으로 직접 입력

(7) 간지 삽입 여부 체크
모든 단에 간지 삽입 (최상단 간지 삽입 X)

HYUNDAI ROBOTICS

5.2. 패턴 생성을 위한 단계별 진행

(1) 먼저 HRpal V1.0 을 실행하고 팔레트 버튼을 누릅니다.

(2) 팔레트 이름에 팔레트를 입력하고, 길이 너비, 높이, 무게, 적재하중에 차례대로 1100, 1100, 150, 10, 600 을 입력한 후, 추가 버튼을 누릅니다(그림 5.2).

그림 5.2 팔레트 정보 입력

(3) 패키지와 간지 정보도 위의 환경 구성을 참고하여 입력합니다(그림 5.3, 그림 5.4)

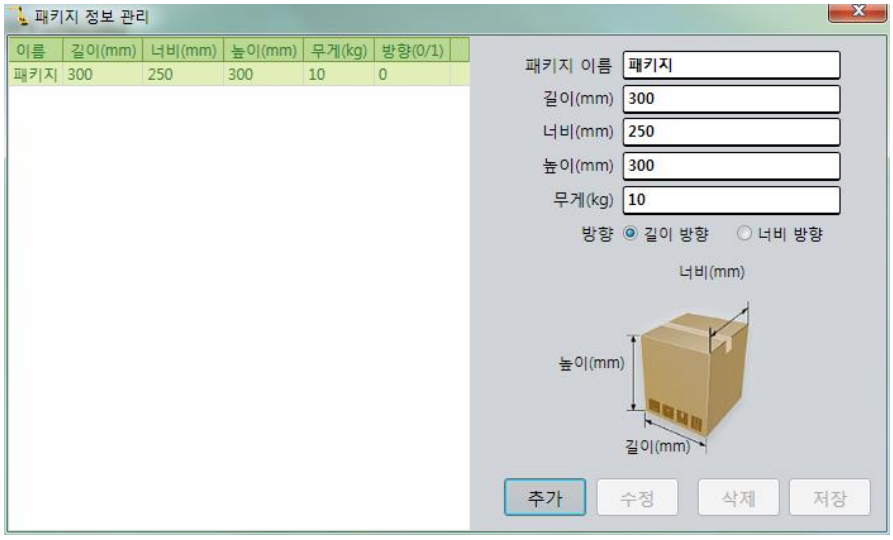


그림 5.3 패키지 정보 입력

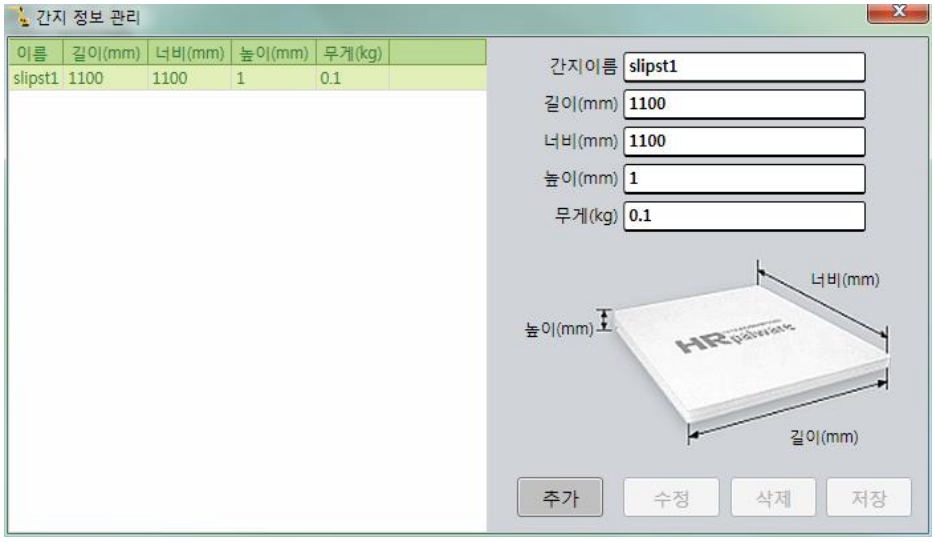


그림 5.4 간지 정보 입력

(4) 이제 입력된 정보들을 토대로 하여 패턴을 생성하기 위해 패턴 생성 버튼을 누릅니다.

(5) 아래의 (그림 5.5)를 참고하여 패턴 생성에 필요한 정보들을 입력합니다.

그림 5.5 패턴 생성

(6) 생성된 패턴들의 결과 중, 가장 우수한 결과를 선택하고, 저장 버튼을 눌러 4x4 패턴 이라고 이름을 지정한 후, OK 버튼을 눌러 저장하고 창을 종료합니다(그림 5.6).

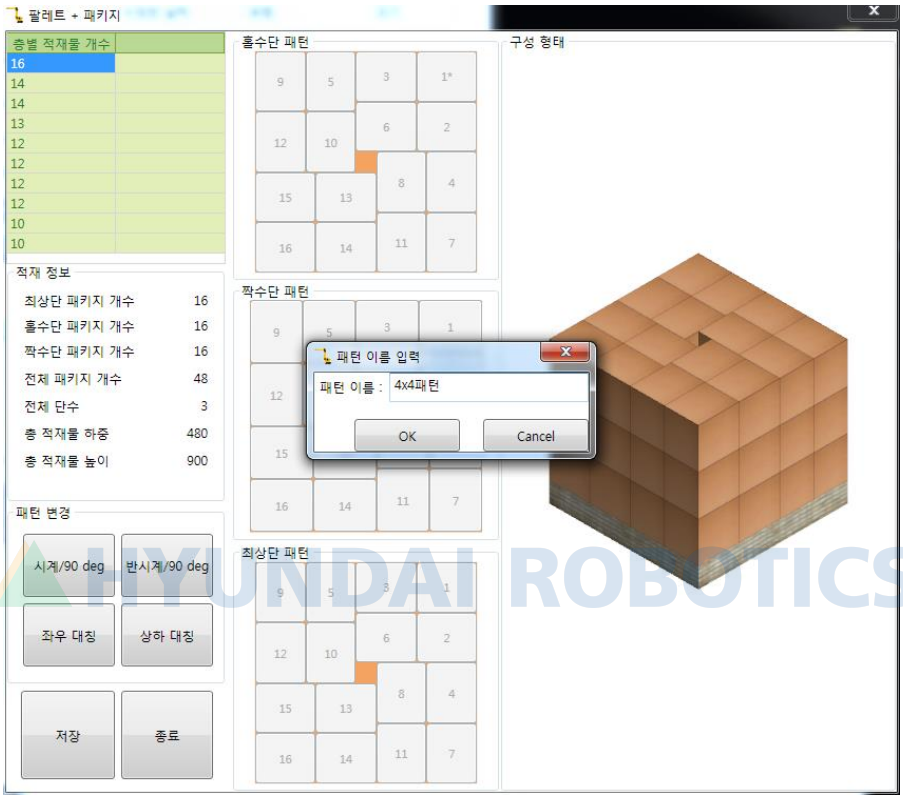


그림 5.6 패턴 저장

(7) 이제 생성한 패턴에 대한 JOB 프로그램과 HRSpace3 Project 파일을 생성하기 위해 패턴 관리 메뉴로 들어가서 해당 패턴에 대해 레지스터 번호를 지정합니다(그림 5.7).

(8) 그리고 로봇으로 티칭해야 하는 기준 위치를 (그림 5.7)과 같이 확인합니다. (* 위치)

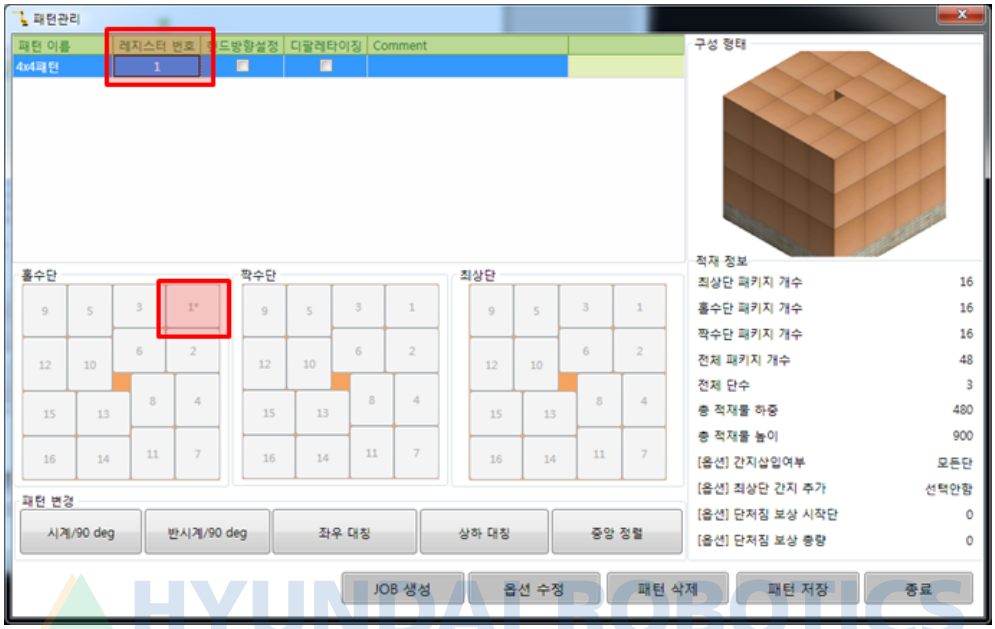


그림 5.7 레지스터 번호 지정 및 티칭 위치 설정 확인

(9) JOB 생성 버튼을 눌러 JOB 프로그램 및 HRSpace3 Project 파일을 만들고자 하는 폴더를 선택합니다(그림 5.8). 여기서는 바탕화면에 HRSpaceSimulation 폴더를 만들어 사용합니다.

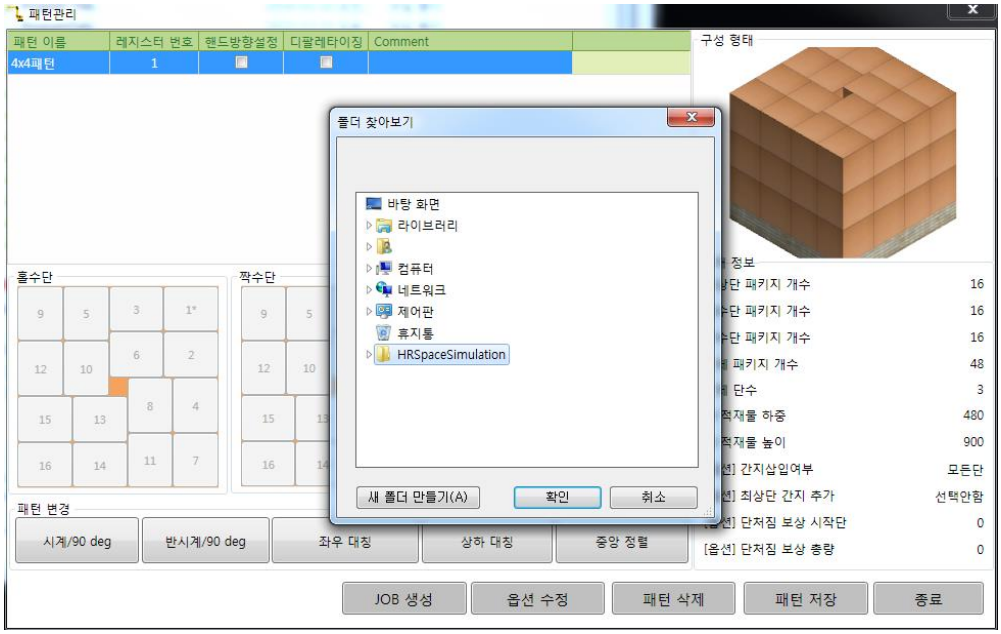


그림 5.8 JOB 생성

5.3. HRSpace3 환경 설정 및 시뮬레이션 수행

5.3.1. 레이아웃 배치 및 JOB 프로그램 로드

(1) 위의 [5.2 패턴 생성을 위한 단계별 진행]을 거치고 나면, 해당 폴더에 아래의 (표 5-1)와 같은 파일들이 생성되어 있는 것을 확인할 수 있습니다. 시뮬레이션을 하기 위해서 0200, 0400, 0601.JOB 의 내용을 수정해야 합니다.

표 5-1 생성된 JOB 프로그램의 역할 및 사용자 수정 필요 여부

파일이름	역할	사용자 수정 필요 여부
0001.JOB	메인 프로그램	
0050.JOB	Vacuum On	
0051.JOB	Vacuum Off	
0100.JOB	공정 파라미터 설정	
0200.JOB	각종 변수 초기화	o
0300.JOB	각종 신호 초기화	
0400.JOB	홈포지션, 작업물 위치 포즈 프로그램	o
0451.JOB	툴 제어 프로그램	
0501.JOB	팔레트 적재패턴 쉬프트 변수	
0551.JOB	간지 쉬프트 변수	
0601.JOB	팔레트 좌표계 생성 프로그램	o
0701.JOB	팔레트 파라미터 설정	
0751.JOB	기본 팔레타이징 프로그램	
0801.JOB	간지 파라미터 설정	
0851.JOB	간지 삽입 프로그램	
0999.JOB	에러 핸들링 프로그램	
1001.JOB	(시뮬레이션용)테스트 셋업	
1002.JOB	(시뮬레이션용)테스트 종료 조건 체크	
Result.hrs	HRSpace3 Project File	

HYUNDAI ROBOTICS

(2) 우선 생성된 Result.hrs 파일을 열어보면, 다음과 같은 화면을 볼 수 있습니다. (그림 5.9).

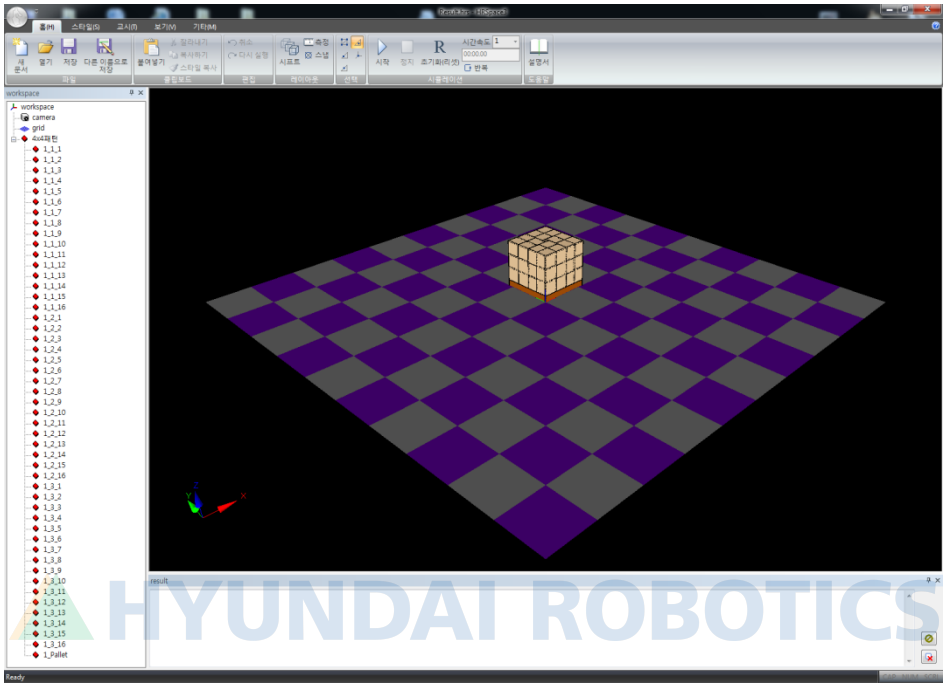


그림 5.9 HRpal 을 통해 생성된 HRSpace3 Project

(3) 그림 5.1 팔레타이징 예제 구성을 참고하여 workspace 트리에 HP160 로봇을 추가한 후(그림 5.10), 홈 탭의 시프트 기능을 사용하여 적절하게 위치를 배치합니다.

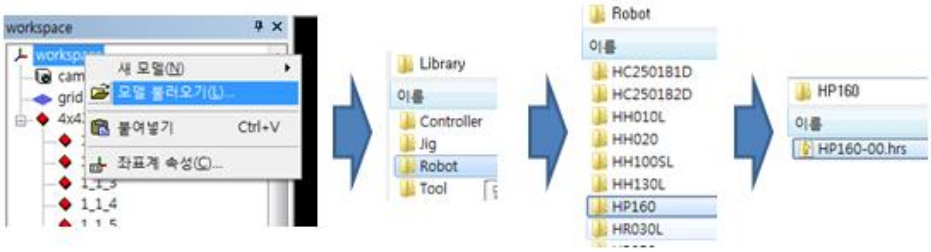


그림 5.10 HP160 로봇의 추가

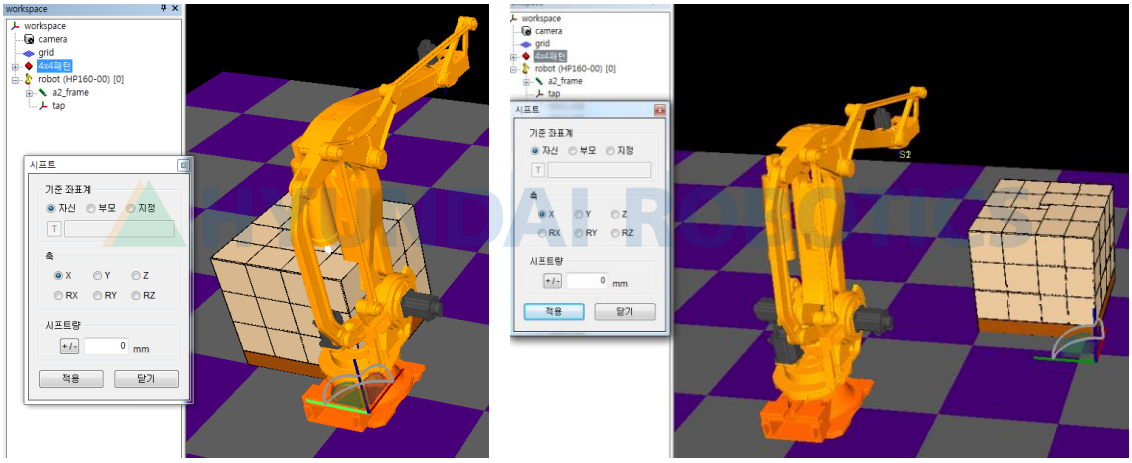


그림 5.11 시프트 기능

(4) 보다 확실하게 로봇이 물체를 올바르게 이동시키고 있는지 확인하기 위해, 4x4패턴에 있는 1_1_1 모델을 복제한 후, robot 트리 밑의 tap에 붙여넣기 하고, 모델 속성에서 위치(상대)값의 X, Y, Z 를 0, 0, 0으로 변경하여 로봇이 물체를 들고 있는 과 같은 형상으로 변경합니다(그림 5.12).

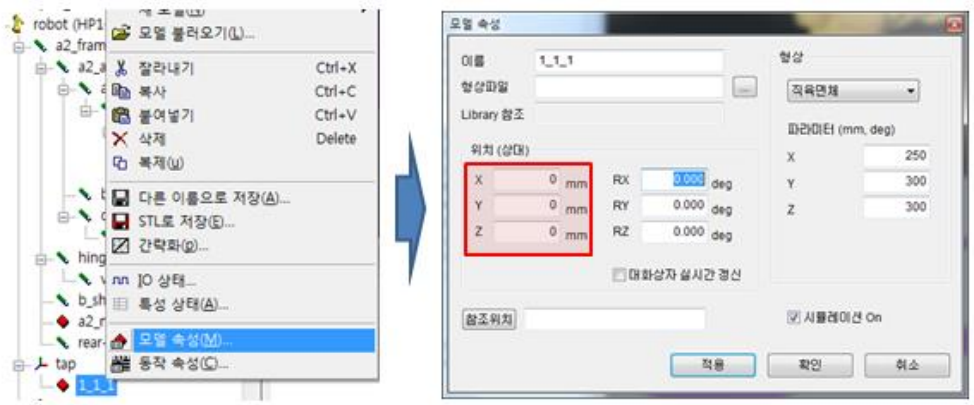


그림 5.12 로봇이 물체를 들고 있는 것과 같이 형상 변경

HYUNDAI ROBOTICS

(5) 배치가 끝난 후, 파일을 저장하면 폴더에 robot 폴더가 생성된 것을 확인할 수 있습니다.

(6) HRpal을 통해 만든 JOB 프로그램을 모두 robot 폴더에 옮긴 후, 가상제어기 도구의 VRC 폴더로부터 갱신 기능을 사용하여 JOB 프로그램을 가상 제어기에 로드 합니다.(그림 5.13).

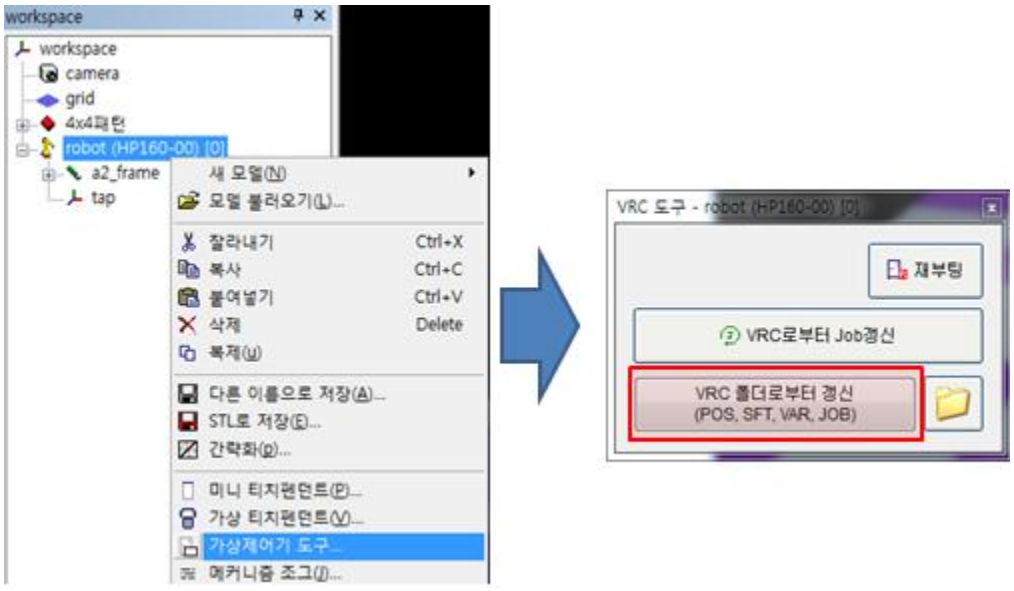


그림 5.13 가상제어기에 표준 JOB 프로그램을 반영하는 방법

5.3.2. JOB 프로그램 수정 및 위치 기록

(1) 그림 5.1 팔레타이징 예제 구성을 살펴보면, 적재물을 들어올리고 내려 놓는 높이가 400mm 로 지정되어 있는 것을 확인할 수 있습니다. 해당 내용은 0200.JOB 에 정의되어 있으며, 가상 티치 펜던트를 사용하거나 텍스트 편집 기능을 사용하여 V![121] 변수의 값을 400 으로 변경합니다(그림 5.14).

```
V%[271]=1 'Slipsheet Stack Interval #1
''최상단 간지 삽입 여부
V%[301]=0 'Slipsheet Stack Top-layer #1
'적재물 길이, 너비, 높이
V![31]=300 'Package Length #1
V![61]=250 'Package Width #1
V![91]=300 'Package Height #1
'작업물을 들어올릴 높이
V![121]=400 'Pickup Height #1
'층 수 계산을 위한 변수
IF V%[91] MOD 2 = 0 THEN '홀, 짝수단 구분
V%[361] = V%[151] '다음 비교 대상을 홀수단으로
ELSE
V%[361] = V%[181] '다음 비교 대상을 짝수단으로
ENDIF
```

그림 5.14 0200.JOB 의 V![121] 값 변경

(2) 위의 내용을 변경한 후, 파일로 저장하기 위해 아래의 그림 5.15 와 같이 0200.JOB 파일을 폴더에 저장 기능을 사용하여 저장합니다.

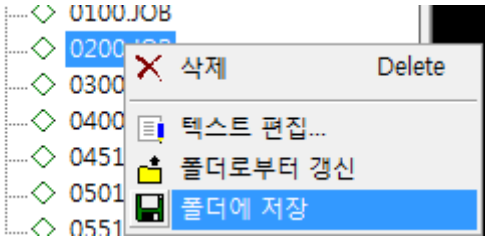


그림 5.15 가상 티치 펜던트에서 내용 변경 후, 파일 반영 방법

(3) 홈포지션 및 작업물의 위치를 기록하기 위해 0400.JOB 파일을 수정해야 합니다. 우리가 수정해야 할 포즈 변수는 P6001, P6501, P7001 이며, 각각 홈포지션, 픽업 위치, 간지 픽업 위치를 의미합니다.

```
Robot:HP160-00, 4axes, 0steps
''Home, Package, Approach Position
PRINT #0,"아래의 위치들을 포즈 상수를 이용하여 실제 작업위치로 변경해주세요."
STOP
P[6001]=P* 'Home Position #1
P[6001].CFG.CRD=1
P[6501]=P* 'Pickup Position #1
P[6501].CFG.CRD=1
P[6551]=P* 'Pickup Position #2
P[6551].CFG.CRD=1
P[6601]=P* 'Pickup Position #3
P[6601].CFG.CRD=1
P[6651]=P* 'Pickup Position #4
P[6651].CFG.CRD=1
P[6701]=P* 'Pickup Position #5
```

그림 5.16 0400.JOB 파일 구성

(4) 먼저 홈포지션을 기록하기 위해 가상 티치 펜던트를 사용하여 Motor ON 버튼을 누르고, 수동 모드 상태에서 로봇을 올바른 위치에 이동시킵니다. 티칭의 편의성을 위해 좌표계는 직교좌표계를 사용하여 티칭합니다(그림 5.17).

HYUNDAI ROBOTICS

그림 5.17 Motor ON, 모드스위치 변경 및 좌표계 변경 위치

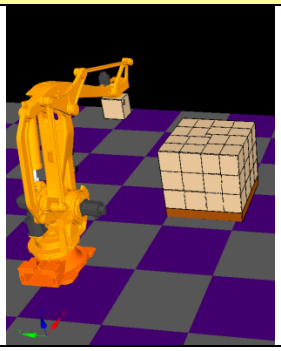
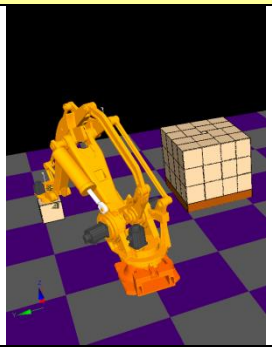
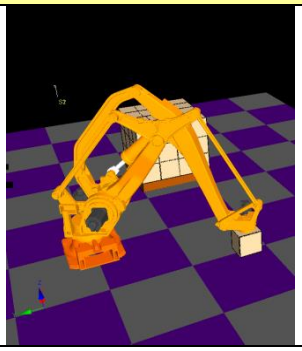
(5) 로봇을 원하는 위치에 이동한 다음에 아래의 그림 5.18 과 같이 변수 → pose → 포즈상수를 사용하여 로봇의 위치를 P* 에서 현재 위치로 변경합니다.

그림 5.18 포즈 상수를 활용한 위치 기록

(6) 나머지 2 개의 포즈(P6501, P7001)도 위와 같은 방식으로 기록합니다. 참고로 본 예제에서는 다음과 같은 자세들을 기록해서 사용하였습니다.

HYUNDAI ROBOTICS

표 5-2 예제에서 사용한 홈포지션, 픽업위치, 간지픽업위치의 형태와 좌표값

홈 포지션	픽업 위치	간지 픽업 위치
		
(-2.717,80.127,-2.705,-2.716)A	(23.098,44.396,-8.083,23.099)A	(-119.867,50.580,-21.423,-119.863)A

(7) 다음으로 작업물을 내려놓기 위한 팔레트의 좌표계를 기록해야 합니다. 이는 0601.JOB 의 P1, P2, P3 의 3 가지 점으로 기록하여 사용합니다.

(8) 작업 티칭 대상이 되는 위치는 그림 5.7 레지스터 번호 지정 및 티칭 위치 설정 확인의 1 번 위치이며, HRSpace3 상에서는 아래의 그림 5.19 에 표시되어 있는 적재물 중, 흰색으로 표기된 위치와 같습니다.

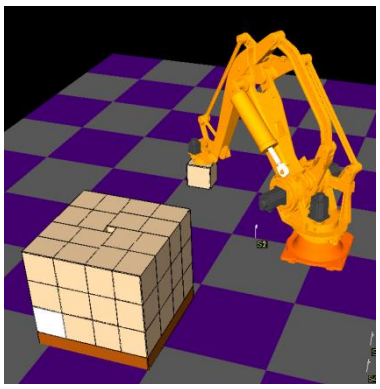
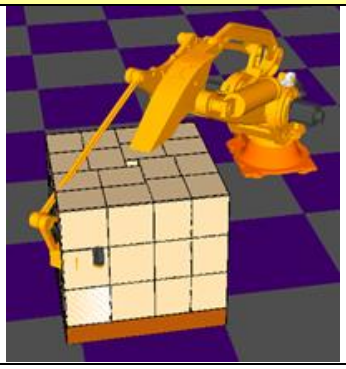
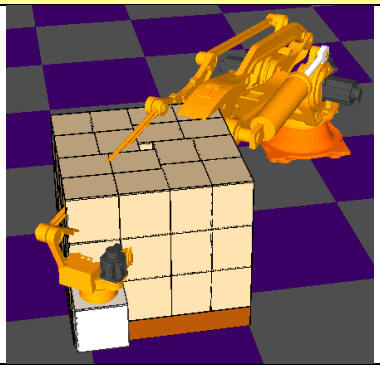
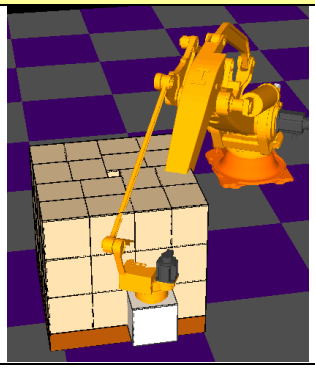


그림 5.19 P1 티칭점 위치(하얀색 적재물, 1_1_1)

(9) P1 을 직교좌표계 상에서 회전 없이 이동으로만 적재물 위치에 정확히 위치시켜서 티칭합니다. 티칭은 그림 5.18 의 포즈 상수 기록 방식과 동일하게 수행합니다.

(10) P2 점은 P1 점을 티칭 한 후, 직교 좌표계 상에서 X+ 방향으로 약간만 이동한 후, 기록하고, P3 점은 그 상태에서 Y+ 방향으로 약간만 이동한 후 기록합니다.
(*) 해당 예제에서는 아래의 표 5.3 P1, P2, P3 위치 기록 예와 같은 위치를 기록했습니다.

표 5-3 P1, P2, P3 위치 기록 예

P1	P2	P3
		
(-41.373,22.353,43.769,-41.3689)A	(-38.439,6.302,74.822,-38.434)A	(-29.795,28.510,31.846,-29.790)A

티칭을 완료한 후, 가상 티치 펜던트에서 0001.JOB 을 자동 운전으로 실행하면 중간에 STOP 명령을 만나 멈추는 부분이 있습니다. 이를 삭제하거나 무시하고 시작 버튼을 계속 눌러 진행하면 팔레타이징 작업이 정상적으로 수행되는 것을 확인할 수 있습니다.

5.4. 디팔레타이징

팔레타이징과 디팔레타이징은 상자를 쌓는지, 내려놓는지에 대한 차이로 인하여, JOB 프로그램 상에서 패턴의 적재 순서 대신 하차 순서를 이용하여 적재/동작 패턴을 생성하는 부분에 차이가 있습니다. 본 예제에서는 이러한 특성을 활용하여 지금까지 만들었던 시뮬레이션 예제를 디팔레타이징 작업으로 바꾸는 것에 대해서 알아보도록 하겠습니다.

(1) 이어서 동일환경에 대해서 디팔레타이징 작업을 수행하도록 합니다. HRpal 의 패턴 관리에서 기존에 만들었던 패턴에 대해 디팔레타이징 부분을 체크 합니다(그림 5.20).

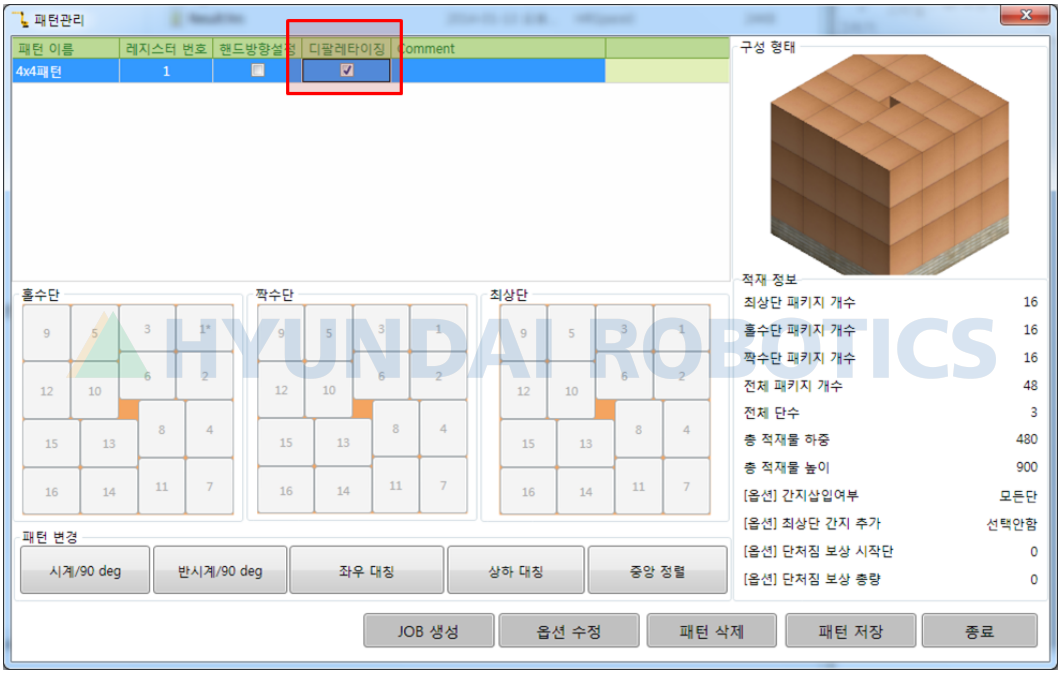


그림 5.20 디팔레타이징 옵션 체크

(2) 그림 5.8 JOB 생성에서 수행했던 것과 동일하게 JOB 프로그램을 생성합니다. 이번에는 기존과는 다른 HRSpaceDepalletSimulation 폴더에 데이터를 저장합니다.

(3) 팔레타이징 시뮬레이션과 동일한 환경을 사용하기 때문에 기존의 JOB 프로그램을 그대로 활용할 수 있습니다. 아래의 표 5-4 는 팔레타이징과 디팔레타이징 공정에서 차이를 보이는 JOB 프로그램의 목록이며, 이를 참고하여 차이가 있는 프로그램만 변경하여 사용합니다.

표 5-4 디팔레타이징 옵션 체크시 팔레타이징 프로그램과 차이가 있는 프로그램 목록

파일이름	역할	팔레타이징과 차이 여부
0001.JOB	메인 프로그램	
0050.JOB	Vacuum On	
0051.JOB	Vacuum Off	
0100.JOB	공정 파라미터 설정	
0200.JOB	각종 변수 초기화	
0300.JOB	각종 신호 초기화	
0400.JOB	홈포지션, 작업물 위치 포즈 프로그램	
0451.JOB	툴 제어 프로그램	
0501.JOB	팔레트 적재패턴 쉬프트 변수	차이 있음
0551.JOB	간지 쉬프트 변수	차이 있음
0601.JOB	팔레트 좌표계 생성 프로그램	
0701.JOB	팔레트 파라미터 설정	차이 있음
0751.JOB	기본 팔레타이징 프로그램	
0801.JOB	간지 파라미터 설정	차이 있음
0851.JOB	간지 삽입 프로그램	
0999.JOB	에러 핸들링 프로그램	
1001.JOB	(시뮬레이션용)테스트 셋업	
1002.JOB	(시뮬레이션용)테스트 종료 조건 체크	

HYUNDAI ROBOTICS

(4) 기존에 만들어진 HRSpaceSimulation 폴더의 내용을 HRSpaceDepalletSimulation 폴더로 복사합니다. 그리고 위의 표 5-4 를 참고하여, 0501.JOB, 0551.JOB, 0701.JOB 파일을 복사하여 HRSpaceDepalletSimulation/robot 폴더에 덮어씌웁니다.

(5) 그 후에 시뮬레이션을 수행해보면, 팔레타이징 대신 디팔레타이징이 수행되는 것을 확인할 수 있습니다.

HYUNDAI ROBOTICS

● **Daegu Office (Head Office)**

50, Techno sunhwan-ro 3-gil, yuga, Dalseong-gun, Daegu, 43022, Korea

● **Bundang Office**

42, Dolma-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, 13630, Korea

● **대구 사무소**

(43022) 대구광역시 달성군 유가읍 테크노순환로 3 길 50

● **분당 사무소**

(13630) 경기도 성남시 분당구 돌마로 42 한국과학기술한림원 2 층, 4 층

● **ARS : +82-1588-9997 (A/S center)**

● **E-mail : robotics@hyundai-robotics.com**

HYUNDAI ROBOTICS