PERFECTION IN AUTOMATION
www.br-automation.com

Delta Pick & Place Function

사용자 매뉴얼

We reserve the right to change the content of this manual without prior notice. The information contained herein is believed to be accurate as of the date of publication, however, B&R makes no warranty, expressed or implied, with regards to the products or the documentation contained within this document. B&R shall not be liable in the event if incidental or consequential damages in connection with or arising from the furnishing, performance or use of these products. The software names, hardware names and trademarks used in this document are registered by the respective companies.

I. 버전

Version	Date	Comment	Edited by
1.0	2012.02.18	Kezhen 에 Pick &Place 로봇 한 대 프로젝트	Fabrizio Frigeni
1.1	2012.07.25	멀티-로봇(다중 로봇) 지원 추가	Fabrizio Frigeni
2.0	2014.11.10	표준 OptMot tracking 에 의한 트래킹 계산 대체	Fabrizio Frigeni
3.0	2016.03.01	맵 기능 소개	Fabrizio Frigeni
3.1	2016.04.28	오브젝트 버퍼 삽입 필터. 추가 참고 사항은 문서 맨 마지막에 추가되어 있음.	Fabrizio Frigeni
3.2	2016.05.13	컨베어 각도 추가; Config_Sensor_ Type 수정, 예상 시간 계산 향상	Fabrizio Frigeni
3.2.1	2016.07.26	한국어 버전 추가	Milim Kim

표 1: 버전

II. 목차

1 소개 3

2 Cell 구성 4

3 Pick & Place 기능 6

3.1 설정(Configuration)..... 6
3.2 명령 9
3.3 모니터링 9

4 추가 기능..... 11

1. 소개

이 문서는 Pick & Place 펑션 블록과 주요 기능들에 대하여 설명하고 있다. 수년에 거쳐 구현 방식은 변경되었지만 외부 인터페이스는 유지하고 있다.

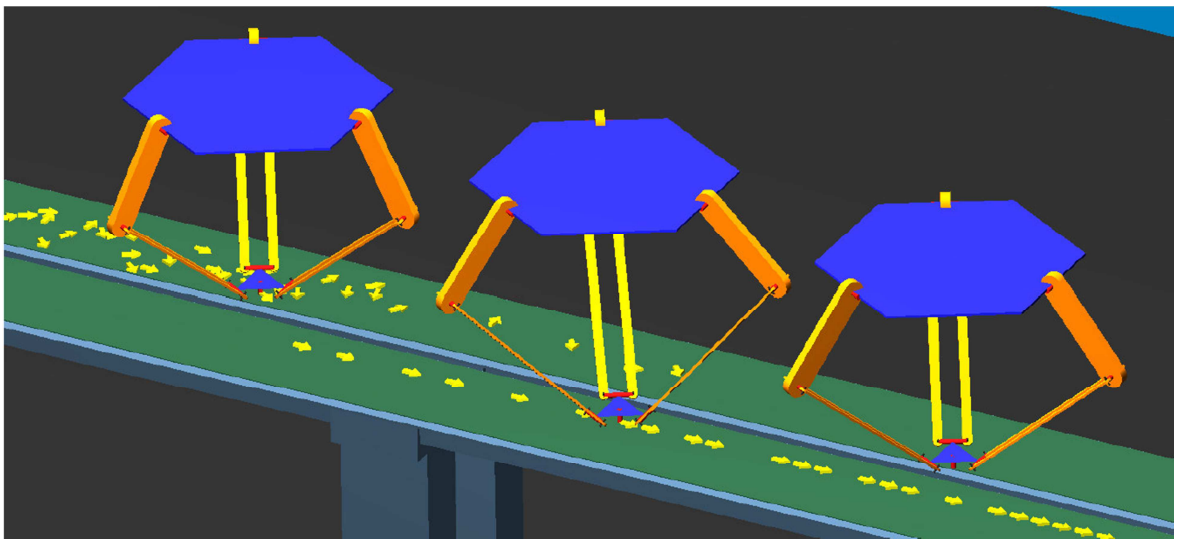


그림 1 전형적인 Pick & Place cell

표준화된 Pick & Place cell 을 제어하기 위한 펑션블록이 준비되어 있고, 이것은 다음의 구성요소들을 포함:

- **최대 4 개의 델타 로봇(4 개의 조인트) 구성 가능.**
  로봇 1 대 당 조인트 3 개만 사용할 경우 사용하지 않는 축은 SDC(가상) 축으로 구성하면 된다. 로봇의 수는 CPU 의 성능에 따라 손 쉽게 4 대까지 늘릴 수 있다.

- **최대 2 개의 컨베이어**(하나는 Picking(물체를 집고) 다른 하나는 Placing(물체를 놓는 것)).
  각각의 활성화된 컨베이어는 반드시 포지션 피드백을 제공해야 하며, 이것은 보통 엔코더 값의 변화로 알 수 있다. 각 컨베이어의 위치는 자유롭게 구성될 수 있다. 컨베이어가 비활성화되면, 공간 내 로봇의 목표 위치는 수정된다.

- Pick & Place 를 위한 **2 개의 입력 소스: 카메라, 센서**
  카메라를 사용할 경우, 비전 시스템 소프트웨어와 네트워크 연결로 구성하여야 하며 센서를 사용할 경우, 디지털 신호 피드백으로 구성하여야 한다.

- 각 로봇당 **최대 6 개의 툴**.
  각각의 툴은 체결된 포지션으로부터 특정한 오프셋을 가지기 때문에, multipack 동작을 쉽게 구현할 수 있다.

2. Cell 구성

cell 의 위치는 월드 좌표계(world coordinate system(WCS))의 원점으로부터 정의된다. 모든 다른 좌표 시스템(ex. 로봇, 센서, 오브젝트)은 항상 WCS 를 참조한다. 모든 단위는 mm 이다.

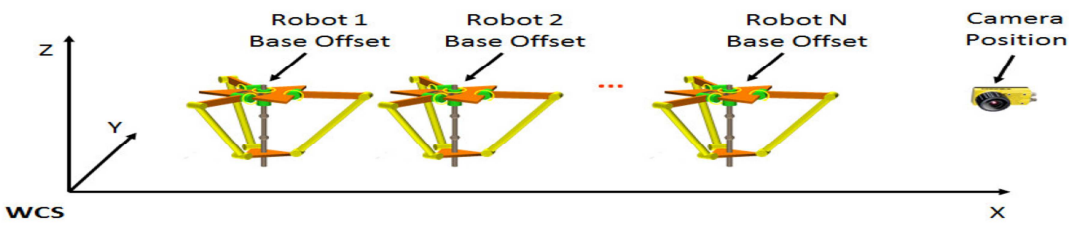


그림 2:월드 좌표계(world coordinate system(WCS))

각 로봇은 각자의 좌표 시스템을 가지고 있고, 그것은 WCS 로부터 X, Y 오프셋으로 정의될 수 있다.

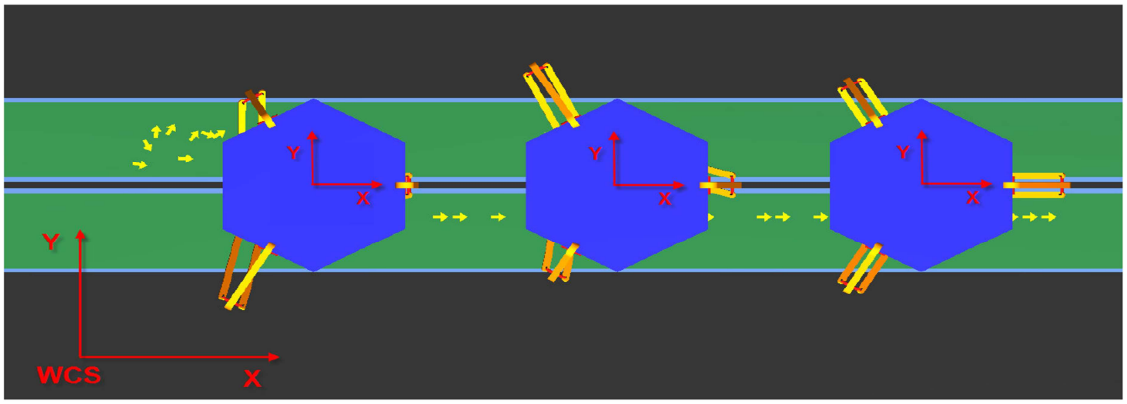


그림 3: WCS 를 기준으로 한 로봇 좌표 시스템

각 센서(ex. 카메라)와 컨베이어(존재 여부) 는 같은 좌표 시스템을 공유한다. 시스템의 원점은 WCS 의 원점을 기준으로 센서까지의 X, Y 위칫값으로 결정된다. 시스템의 각도는 WCS 에서 Z 축을 기준으로 컨베이어가 회전된 각도의 양으로 결정된다.

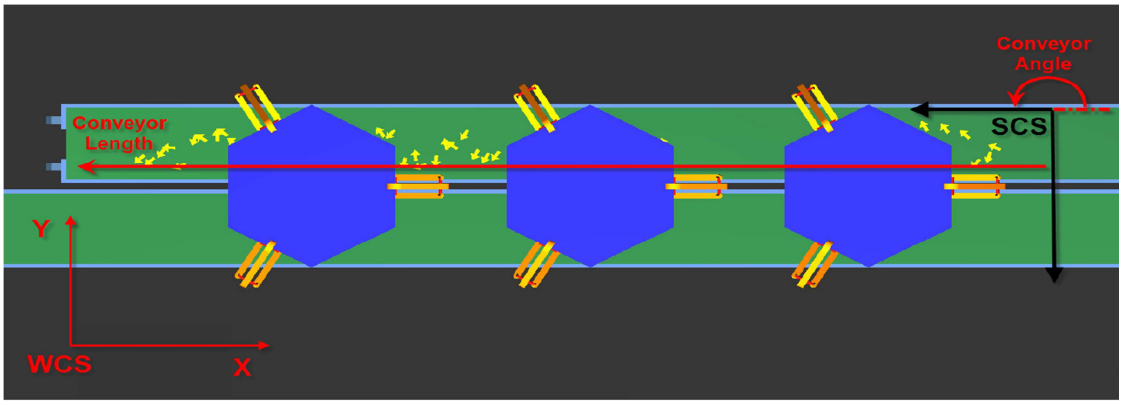
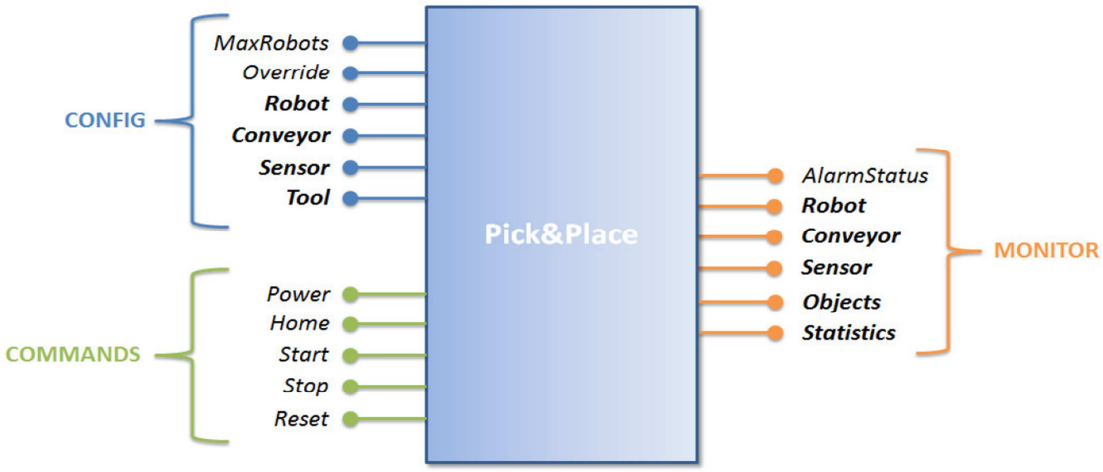


그림 4: 센서 좌표 시스템(SCS); 컨베어 각도와 길이

3. Pick & Place 기능

Pick & Place 펑션 블록 파라메터는 세 개의 그룹(CONFIG, COMMAND, MONITOR)으로 나누어진다. 설정파라미터들은 기계 구동 전에 반드시 사용자가 설정하여야 하며, 구동 중에는 수정할 수 없다.

명령 인터페이스는구동 중 pick & place cell 의 상태를 제어하기 위해 접근할 수 있다.
모니터 출력 파라메터들은 cell 의 상태와 로봇의 구동 상태를 보여준다.



3.1 설정(configuration)

Configuration 의 구조는 아래 표의 설명된 요소들을 포함한다. 대부분 값은 동작하기 전에 반드시 사용자에 의해 설정이 되어야 하며 기계 동작 중에 변경할 수 없다.

주의: 이 구조는 PLC(Controller)의 영구 메모리에 저장되기 때문에 기계 구동 중 사용자에 의한 모든 변경은 저장된다.

	데이터 타입	설명
MaxRobots	USINT	Cell 내부에 로봇의 댓 수[최소=1; 최대=4]
Override	REAL	Cell 오버라이드[0-100%]
Robot	Config_Robot_ Type[4]	
Enable	BOOL	각 로봇은 언제든 독립적으로 활성화 또는 비활성화될 수 있음. 기계 동작 중 로봇 비활성화는 가능하지만, 추천하지 않음.
Offset	Offset_Type	WCS 에서 로봇의 X, Y 포지션[mm] (그림 3 참조)
Radius	REAL	컨베이어 위에서 로봇의 동작 가능한 반경[mm]
Selection	USINT[2]	Pick[0], Place[1] 동작을 위한 모드 선택. 현재 3 개의 모드 이용 가능: (0: 디폴트) 로봇의 현재 위치에서 가장 가까운 물체 선택; (1) 가장 먼 물체 앞 선택(동작 반경 내); (2) 가장 먼 물체 뒤 선택(동작 반경

		내) . 자세한 내용은 그림 5 참조.
JointsZeroPos	REAL[4]	제로 조인트(홈잉) 포지션에서 각 축의 엔코더 오프셋 [deg]
Conveyor	Config_Conveyor_ Type[2]	
Enable	BOOL	컨베이어 트래킹이 기계 구동 중 활성화 또는 비활성화될 수 있음
Scaling	REAL	엔코더에서 각 엔코더 유닛까지의 선형 이동 거리[mm]
BaseHeight	REAL	WCS 내 컨베이어의 수직 위치[mm]
SafeHeight	REAL	물체를 집고 내려놓기 전,후에 수평으로 안정하게 이동하기 위한 WCS 내 컨베이어로 부터의 수직 위치[mm]
MaxPos	REAL	컨베이어 위에서 센서에서부터 움직일 수 있는 최대 위치 [mm]. 중요한 것은 이 포지션 이후의 물체는 메모리 버퍼로부터 삭제(그림 4 참조)
Angle	REAL	WCS 의 Z 축을 중심으로 컨베이어 각도[degree]. (그림 4 참조)
Sensor	Config_Sensor_ Type[2]	
Source	USINT	입력 값의 소스 선택: (0) 센서; (1) 카메라. 카메라의 경우 획득한 물체의 거리는 카메라의 트리거와 피드백 간의 시간 지연에 대하여 보상을 받는다.
Offset	Offset_Type	WCS 내 센서의 X,Y 포지션[mm]
Interval	REAL	카메라로 전송되는 두 연속된 트리거 신호 사이의 거리[mm].
TriggerTime	REAL	트리거 신호의 시간 길이[ms]
Edge	REAL	이 옵션은 카메라가 트리거 신호의 하강 엣지(0, 디폴트) 또는 상승 엣지(1)에서 사진을 찍을 경우 선택. 하강 엣지와 상승 엣지옵션은 시간지연(time delay)을 계산시 차이가 있음.
IP	STRING[20]	카메라 IP 주소
Port	UINT	카메라 TCP/IP 포트 넘버
HeaderSize	USINT	TCP 프레임 헤더의 사이즈[bytes]
ObjectSize	USINT	TCP 프레임 내 오브젝트 정보 블럭의 사이즈[byte]
OffsetRecv Number	USINT	TCP 프레임 내에서 받은 물체의 넘버의 포지션 오프셋[bytes]
Timeout	UINT	카메라와의 통신 시간초과(타임아웃)[ms]
Tool	Config_Tool_ Type[4]	
Multipick	USINT	툴 헤드의 갯수[최소=1; 최대=6] (그림 6 참조)
PickTime	REAL	물체를 집는 데 필요로 하는 시간[ms]
PrePickTime	REAL	Picking 포지션에 도달하기 전 미리 활성화되는 시간[ms]
PlaceTime	REAL	물체를 놓는 데 필요로 하는 시간[ms]
PrePlaceTime	REAL	Placing 포지션에 도달하기 전 미리 활성화되는 시간[ms]
Offset	Tool_ Type[7]	중요: [0] 값은 placing 동작을 위하여 사용 (그림 6 참조)
dx	REAL	X 축을 따라 설치 지점으로부터의 툴 헤드 오프셋[mm]
dy	REAL	Y 축을 따라 설치 지점으로부터의 툴 헤드 오프셋[mm]
dz	REAL	Z 축을 따라 설치 지점으로부터의 툴 헤드 오프셋[mm]
psi	REAL	Z 축 주위의 툴의 회전 [mm]

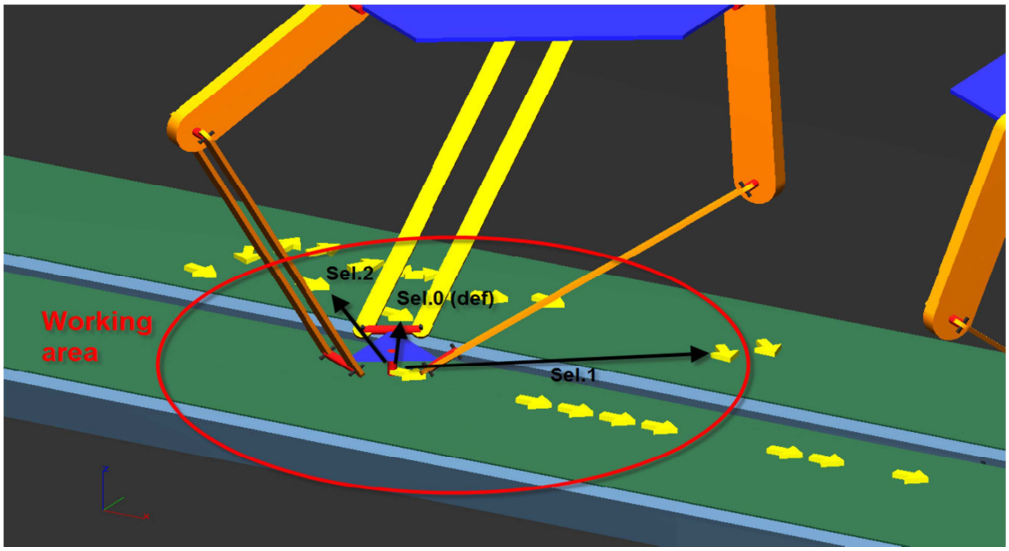


그림 5: 물체 선택 옵션

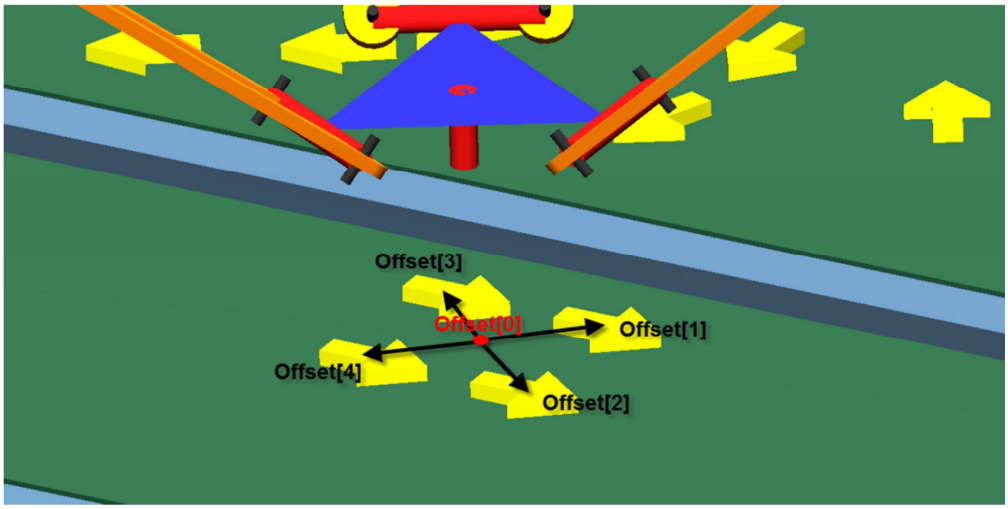


그림 6: 툴 오프셋 구성(중요! Offset[0]은 Placing 을 위해 사용함)

3.2 명령

명령 구조는 아래 표에 설명된 요소들을 포함한다.

로봇이 현재 비활성화되어 있다면 모든 명령은 무시된다. 비활성화된 로봇은 전원을 켤 수도 움직일 수도 없다. 로봇이 동작 중 비활성화 됐다면 즉시 동작을 멈추고 드라이브의 전원을 끌 것이다. 이 방법은 가능하지만 추천하지는 않는다.

	데이터 타입	설명
Power	BOOL	서보 드라이브의 전원 켬/끔. 기계 구동 중 드라이브의 전원을 끄는 것은 가능하지만, 추천하지 않음.
Home	BOOL	로봇의 홈 포지션으로 이동(조인트 제로 포지션)
Start	BOOL	모든 로봇의 Pick & place 움직임 시작. 프로그램은 이전에 중지된 곳에서 자동으로 재시작.
Stop	BOOL	모든 로봇은 움직임을 중지하고, 홈 포지션으로 이동.
Reset	BOOL	모든 로봇의 활성화된 에러 리셋

3.3 모니터

모니터 구조는 아래 표에 설명되어 있는 항목들을 포함한다.

	데이터 타입	설명
AlarmStatus	BOOL	Pick & Place cell 내에서 알람이 활성화되어있을 때 TRUE.
Robot	Monitor_Robot_ Type[4]	
PowerOn	BOOL	서보 드라이브의 전원 켜짐 유무
IsHomed	BOOL	조인트 축이 홈밍 되었다.
MoveActive	BOOL	로봇의 동작 상태 유무
Error	BOOL	로봇의 에러 상태 유무
ActPosition	Position_ Type	
X	LREAL	X 축의 실제 포지션[mm]
Y	LREAL	Y 축의 실제 포지션[mm]
Z	LREAL	Z 축의 실제 포지션[mm]
C	LREAL	C 축의 실제 포지션[deg]
Q1	LREAL	Q1 축의 실제 포지션[deg]
Q2	LREAL	Q2 축의 실제 포지션[deg]
Q3	LREAL	Q3 축의 실제 포지션[deg]
Q4	LREAL	Q4 축의 실제 포지션[deg]
ToolActive	BOOL	툴이 NC 프로그램에 의해 활성화(예. 진공 on, 그리퍼 on)되어 있을 때 TRUE. 변수는 보통 현재 툴 상태를 제어하기 위하여 실제 디지털 출력에 연결.
ToolIndex	USINT	툴의 헤드가 현재 사용되고 있는지 인덱스를 보여줌. 0 은 Placing 을 위한 것이고, 1~6 까지의 어떠한 것이든 Picking 을 위한 것.
Conveyor	Monitor_Conveyor	

	_Type[2]	
ActPos	INT	물리적 엔코더로부터의 입력[엔코더 유닛]
OldPos	INT	내부적으로 주기적 업데이트[엔코더 유닛]
Delta	REAL	Cycle 이 지속되는 동안 엔코더의 증가 움직임[mm]. 오버플로우는 내부적으로 처리.
Speed	REAL	현재 컨베이어 스피드[mm/s]
Sensor	Monitor_Sensor_ Type[2]	
Received	BOOL	새 물체의 정보를 입력 받았을 때 TRUE. 새 물체는 Products(0) or Boxes(0)뿐만 아니라 즉시 그에 상응하는 버퍼에 입력.
Received-Number	USINT	받은 물체의 수.
DataAddress	UDINT	받은 물체의 배열이 저장되는 메모리 어드레스
Status	USINT	카메라 통신의 현재 상태: (0) 비활성화; (1) OK; (254) 연결; (255)에러.
Trigger	BOOL	카메라로 전송된 디지털 출력의 상태
Timer	REAL	카메라 타임 카운터[ms]. 이것은 새로운 트리거 신호가 카메라로 전송될 때마다 리셋.
Delta	REAL	마지막 카메라 트리거 신호들어 왔을 때의 컨베이어 위치에서부터 현재까지의 컨베이어 이동 거리
Object	Monitor_Object_ Type[2][50]	50 개의 Pick 포지션을 저장하기 위한 버퍼(0)와 50 개의 Place(1) 저장.
X	REAL	WCS 내 물체의 X 포지션[mm]
Y	REAL	WCS 내 물체의 Y 포지션[mm]
Z	REAL	컨베이어로부터의 물체의 높이[mm]
C	REAL	Z 축을 중심으로 회전한 물체의 회전 각도[deg]
Enable	BOOL	물체가 양품이며, 로봇에 의해 선택될 수 있을 때 TRUE.
SimFlag	BOOL	내부 플래그는 오직 시뮬레이션 모드에서만 사용.
ToolIndex	USINT	툴 헤드는 물체의 Picking 에 대한 인덱스이다. Placing 포지션에서 이것은 항상 0.
Delta	REAL	컨베이어에 따른 물체의 위치(센서 좌표계 내의)
Statistics	Monitor_Statistics _Type	
Cell	Statistics _Type	
ProdPer Minute	UDINT	현재의 스피드로 분당 전체 cell 에 놓이는 물체의 개수
ProdTotal	UDINT	시작 이후 전체 cell 에 놓인 물체의 총 개수
Robots	Statistics _Type[4]	
ProdPer Minute	UDINT	현재의 스피드로 분당 로봇이 물체를 놓는 개수
ProdTotal	UDINT	시작 이후 로봇이 물체를 놓는 총 개수

4 추가 사항

- 발생한 에러를 리셋할때 문제 발생을 방지하기 위하여 ACP10 축의 리밋을 TRF 축 리밋 보다 크게 설정하는 것을 추천한다.
- 로봇이 구동 중 비활성화 되었고, 다시 활성화 하였을 때, 로봇 움직임은 자동으로 시작되지 않는다. 시작 명령을 반드시 수동으로 설정하고 이전에 활성화된 프로그램으로 재시작해야 한다.
- 프로그램을 시작할 때 각 로봇은 멈췄을 때의 상태를 기억하고(Picking 또는 Placing 동작; 현재 툴의 인덱스) 그 지점부터 자동으로 시작한다.
- Pre-Pick 과 Pre-Place 시간 값은 항상 임의로 크게 설정하지만, Pick & Place 의 선형적 움직임 과정의 최대 지속시간에서 그것을 자동으로 줄여준다.
- TCP 프레임의 내용은 카메라로부터 받고, 이것은 제조업자에 따라 다르며 이것은 표준화된 문서로 정의되어 있지 않다. 결과적으로 인터프리터 프로그램은 각 고객의 사양에 따라 수정해야 한다.
- 센서 입력으로부터 새로운 물체를 받으면 프로그램은 물체의 내부 메모리 버퍼 내 유무를 체크하고, 물체가 메모리 버퍼 내 있다면 삭제한다. 필터는 로봇이 한 번 이상 동일한 물체를 집는 것을 방지하고, 또는 한 번 이상 같은 박스에 물체를 놓는 것을 방지한다.
- 각 로봇의 작업 반경은 반드시 Configuration 구조에서 정해진다. 그러나 이때, 내부 지정된 작업 공간에서 물체를 체크 시, 프로그램은 컨베이어 스피드와 로봇의 스피드를 고려하여야 한다(오버라이드에 의존). 로봇이 작업 공간 밖에서 구동하는 것을 방지하기 위하여 로봇의 스피드를 컨베어 스피드 보다 훨씬 낮춰 준다. 로봇 구동 중, 오버라이드가 갑자기 낮아지면(또는 컨베이어 속력이 갑자기 높아지면), 로봇은 결국 리밋 값에 도달하게 된다. 이를 방지하기 위하여 이 프로그램은 이전 버전을 보완하였다. 그러나 이 트래킹 펑션은 B&R 표준 트래킹으로 대체 될 경우 제거해야 한다.

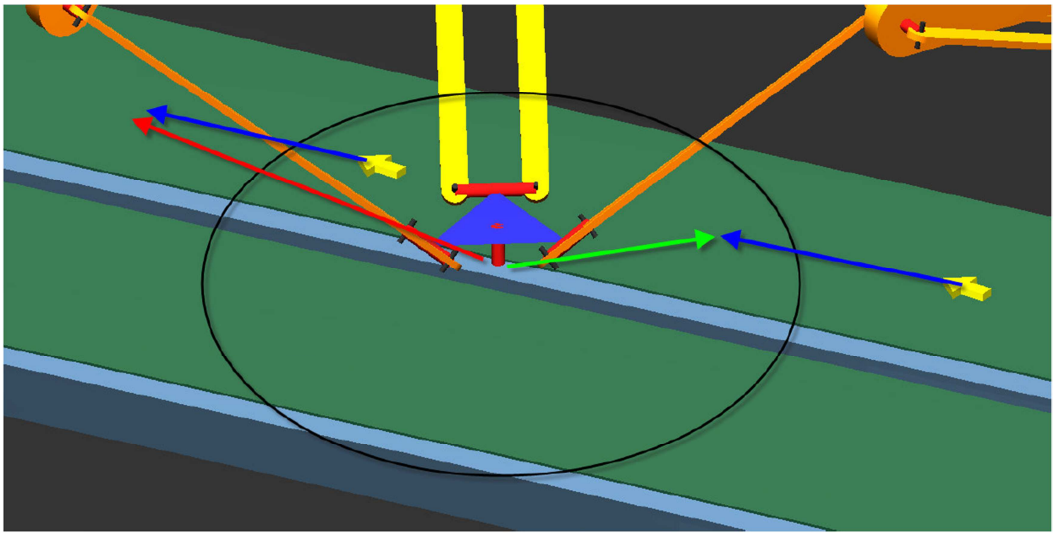


그림 7: 물체 포지션 예측