HYUNDAI ROBOTICS

경고

모든 설치 작업은 반드시 자격 있는

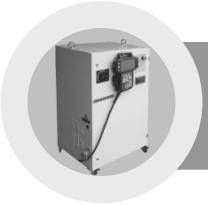
설치기사에 의해 수행되어야 하며

관련 법규 및 규정을 준수하여야 합니다.

HYUNDAI ROBOTICS

Hyundai Robot

Hi5a3DS230427FMKR3



Hi5a 제어기 기능설명서

HRVision 3D-Stereo

HD HYUNDAI ROBOTICS

HD 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 - 2023 년 4 월. 3 판
Copyright © 2023 by Hyundai Robotics Co., Ltd

목 차

1. 개요 1-1

1.1. HRVision 3D-Stereo 에 대하여 1-2
1.2. 시스템 구성 1-3
1.2.1. 하드웨어 구성 1-4
1.2.2. 소프트웨어 구성 1-6
1.3. HRVision 3D-Stereo 실행 1-12

2. 라이선스 입력 2-1

2.1. HRVision 3D-Stereo 라이선스 2-2

3. 기본기능 3-1

3.1. 화면 구성 3-2
3.1.1. 메인 화면 구성 3-2
3.1.2. Manipulation Buttons 3-4
3.1.3. Image Display Window 3-14
3.1.4. Output 3-15
3.1.5. Process Window 3-15
3.1.6. Status Window 3-16
3.2. 주요 기능 3-17
3.2.1. 스테레오 카메라 캘리브레이션 기능 3-17
3.2.2. 로봇-카메라 캘리브레이션 기능 3-19
3.2.3. 핸드아이 캘리브레이션 기능 3-20
3.2.4. 패턴 등록 기능 3-21

4. 작업 절차 4-1

4.1. HRVision 3D-Stereo 소프트웨어 설치 4-3
4.2. 광학기기 설치 4-3
4.3. 로봇과 비전의 통신 설정 4-6
4.3.1. HRVision 3D-Stereo 통신 설정 4-6
4.4. 카메라 보정 4-7
4.4.1. 모델 설정 4-7
4.4.2. 카메라 캘리브레이션 변수 설정 4-7
4.5. 모델 패턴 등록 및 패턴 인식 테스트 4-11
4.5.1. 영상획득 4-11
4.5.2. 패턴 등록 4-13
4.5.3. 패턴 인식 및 3 차원 위치 측정 테스트 4-26
4.6. 기준점 등록 4-27
4.7. 작업물 좌표계 생성 및 작업점 교시/변환 4-28
4.8. 자동 운전 4-28

HD HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

1

개요

1. 개요

1.1. HRVision 3D-Stereo 에 대하여

HRVision 3D-Stereo 은 차체의 3 차원 위치/자세를 측정하기 위한 현대로봇과 현대 Hi4a/Hi5/Hi5a 제어기용 PC 기반 비전 소프트웨어입니다.

HRVision 3D-Stereo 은 컬러 그래픽 조작 버튼 및 직관적인 사용자 인터페이스를 제공하여 사용자가 편리하게 조작할 수 있으며, 자동 노출 보정, 다중 패턴 등록 및 기하학적 형태 정보를 이용한 패턴 인식 방법을 적용하여 조명 조건이 안정되지 않은 환경에서도 패턴 인식 작업을 신속하고 정확하게 수행할 수 있습니다.

작업물에 존재하는 3 지점 이상의 특징점을 측정하여 작업물의 3 차원 위치/자세를 측정할 수 있으며, 하나의 특징점에 대한 비전 오인식에 의한 비전 측정 오류를 예방하고 있습니다.

또한 현대 로봇 제어기용 데이터 통신 프로토콜을 내장하고 있어 현대 로봇 제어기 사용자라면 누구나 손쉽게 비전 시스템과 로봇 시스템을 연동하여 사용할 수 있습니다.

HRVision 3D-Stereo 는 현대 로봇을 이용한 차체의 3 차원 위치/자세 인식 작업을 손쉽고 안정적으로 수행할 수 있는 최적의 도구입니다.

HRVision 3D-Stereo 은 다음과 같은 편리한 기능들을 제공합니다.

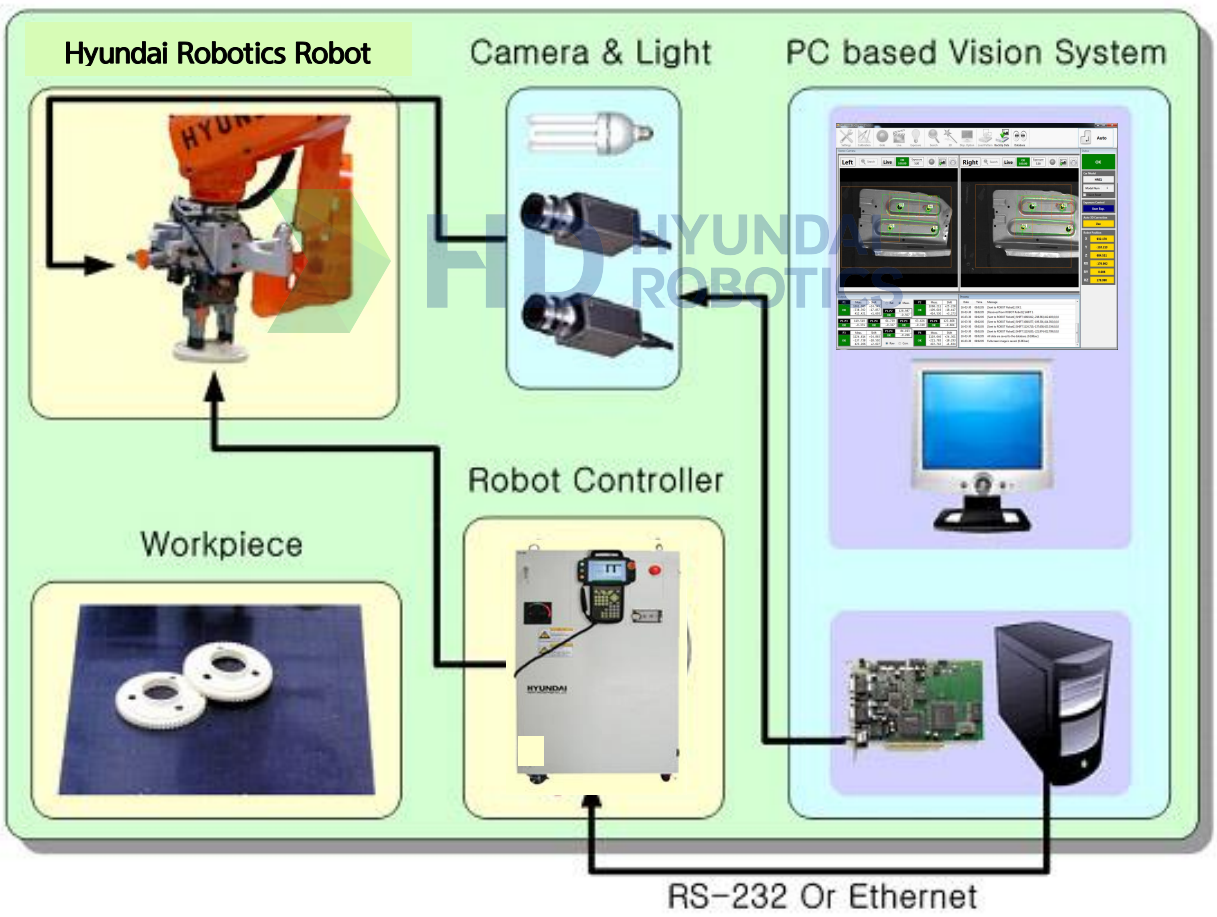
간단한 조작	조작버튼을 이용하여 쉽게 비전 시스템을 설정, 운전할 수 있습니다.
자동 카메라 캘리브레이션	보정판을 이용한 자동 스테레오 카메라 캘리브레이션 기능을 제공합니다.
3 차원 위치/자세 측정	하나의 스테레오 카메라에서 획득한 4 지점의 위치를 측정하여 공통좌표계 기준으로 작업물의 3 차원 위치/자세를 획득 할 수 있습니다.
핸드아이 구조 적용	작업물의 3 차원 위치/자세를 측정하지 못할 경우에는 로봇의 위치를 변경, 다양한 시점의 영상을 획득하여 3 차원 위치/자세 추정 가능합니다.
노출 보정 기능	자동 노출 보정, 사용자 지정 노출 설정 기능 등을 제공하여 주위 환경의 조명변화에 강인하게 패턴 인식 작업을 수행할 수 있습니다.
기하학적 패턴 정합	작업 대상물의 기하학적 형태를 이용하여 패턴 정합을 수행하므로, 환경 변화에 강인하게 패턴 인식 작업을 수행할 수 있습니다.
타원 피팅 기능	작업물에 원형 특징점이 있을 경우, 타원 피팅 방법을 적용하여 3 차원 위치/자세 측정 정확도 향상 시킬 수 있습니다.
도구 기능	각 기능별 도구를 이용하여, 카메라 보정, 패턴 등록, 기준 차체 등록, 통신 설정, 각종 데이터 관리 등을 쉽게 설정할 수 있습니다. 또한, 현대 로봇 제어기용 데이터 통신 프로토콜을 내장하고 있어 현대 로봇과의 인터페이스가 간단합니다.
모니터링 기능	프로세스 시퀀스, 현대 로봇과의 통신 시퀀스, 패턴 인식 결과 등을 모니터링 할 수 있으며, 에러 이력 및 데이터 이력을 관리할 수 있습니다. 또한 에러가 발생한 시점의 영상도 저장할 수 있습니다.

1.2. 시스템 구성

다음 그림은 HRVision 3D-Stereo 를 사용한 핸들링용 로봇 비전 시스템을 간략화 한 도식도 입니다. 전체 시스템은 로봇 시스템 부분과 비전 시스템 부분으로 구성되어 있으며, 비전 시스템은 PC, Frame Grabber, 카메라, 조명장치, PLC 등의 하드웨어와 HRVision 3D-Stereo 소프트웨어로 구성되어 있습니다.

사용자는 HRVision 3D-Stereo 프로그램을 이용하여 비전 시스템 설정 및 운전을 수행하며, 현대 제어기 전용 통신 프로토콜을 이용하여 현대 로봇과 통신합니다. 현대 로봇은 비전 시스템의 위치 인식 결과에 따라 작업물 핸들링 작업을 수행합니다.

디지털 카메라를 사용할 경우에 Frame Grabber 는 불필요합니다.



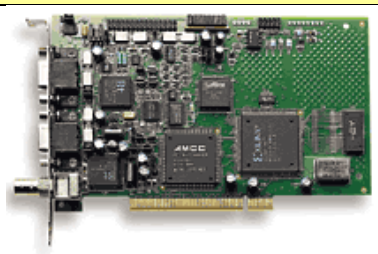
1.2.1. 하드웨어 구성

HRVision 3D-Stereo 의 H/W 권장 사양은 다음과 같습니다.

H/W	품목	권장 사양
PC	CPU	At least 2GHZ Multi-core Processor 512KB or more L2 cache
	OS	윈도우 XP, 윈도우 7
	RAM	2GB 이상
	Video	PCIe x16 Video Card
	HDD	80GB 이상
	CD-ROM	48 배속
	PCI Slot	2 개 * Analog Camera 사용시 Frame Grabber 장착용
조명	Light	LED, 형광등, 설치 환경 및 용도에 따라 변경
비전 시스템	Frame Grabber	8511VX 또는 8514VX (COGNEX) 1 대 * 디지털 카메라 사용시 불필요
	Camera	XC-HR70 (SONY) 또는 MV-BX30A (CREVIS) 2 대
	Lens	H1214-M(PENTAX), 설치 환경 및 용도에 따라 변경
	Cable	20m

만약 다수의 패턴을 등록하여 HRVision 3D-Stereo 을 사용하려고 한다면, 고성능 CPU 와 충분한 메모리를 갖춘 PC 를 사용하십시오.

아날로그 카메라 사용 시 비전 시스템 상세 사양은 다음과 같습니다.

모델명	외형	사양
MVS-8111VX MVS-8514VX		High speed Frame Grabber 연결 가능한 카메라 수 : 최대 4 개 연결 방법 : RS170, CCIR 1/2 slot PCI
XC-HR70, MV-BX30A		1/3" CCD 1024(H)×768(V) C Mount DC 12V 29(W)×29(H)×30(D) mm
H1214-M		Focal Length : f12mm Format Size: 1/2", 1/3" Mount : C-mount Filter Screw Diameter(mm) : M27 P0.5 Weight : 55g Focus & Iris Lock Screws

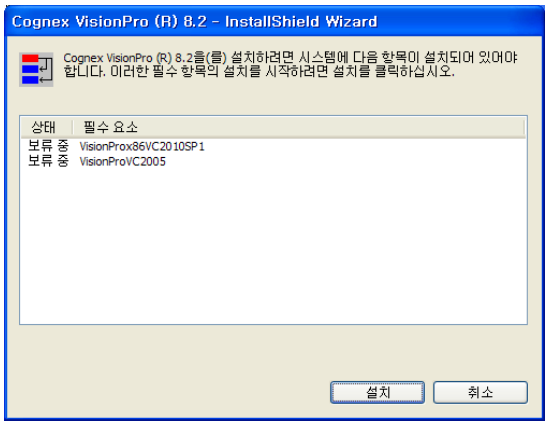
1.2.2. 소프트웨어 구성

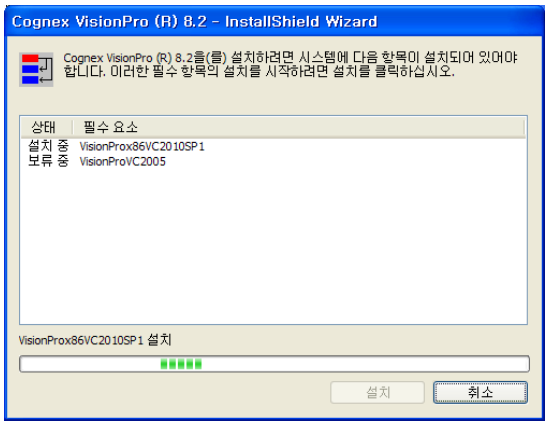
소프트웨어는 VisionPro 8.2 와 HRVision 3D-Stereo Setup SW 로 구성되어 있습니다.
VisionPro 8.2 는 Cognex Frame Grabber 용 드라이버와 각종 응용 도구들을 제공하는 소프트웨어입니다.
HRVision 3D-Stereo Setup SW 는 현대 로봇 전용의 PC 기반 차체 위치 인식용 3D 로봇 비전 소프트웨어로서, 프로그램 설치 및 라이선스 등록과정을 거친 후 사용이 가능합니다.

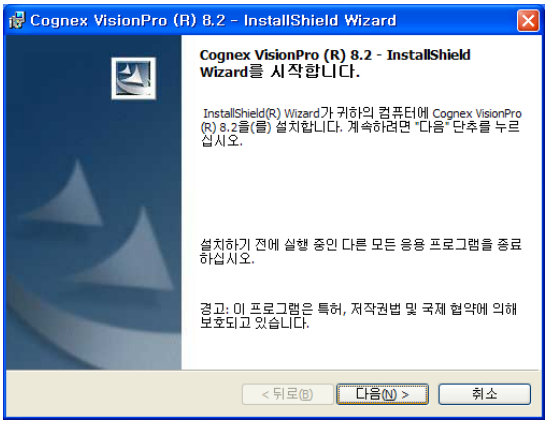
1.2.2.1. VisionPro 설치

시스템 상의 모든 응용 소프트웨어를 종료하십시오.
VisionPro 의 설치 CD 를 CD-ROM 드라이브에 넣으십시오. 만약 자동 실행이 되지 않으면 설치파일 중 setup.exe 를 실행하십시오.

다음과 같은 설치 화면이 생성되면, 일반적인 윈도우 프로그램의 설치절차와 같이 지시에 따라 진행하십시오.

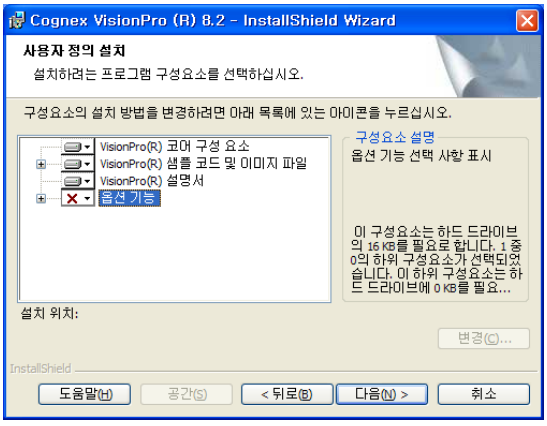


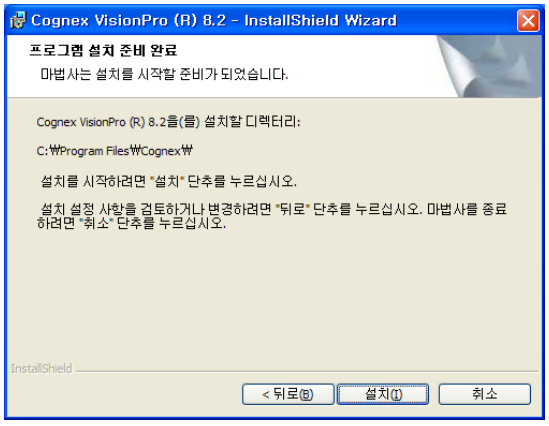




다음과 같이 라이선스 사용에 동의하시고, 사용자 정보를 입력하십시오.

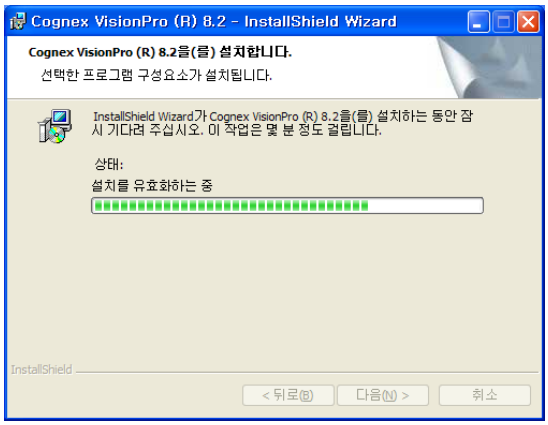
지시에 따라 진행하면 아래와 같이 Cognex VisionPro(R) 8.2 를 설치합니다.

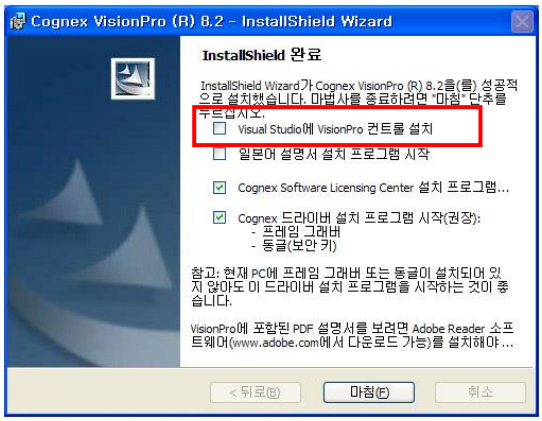




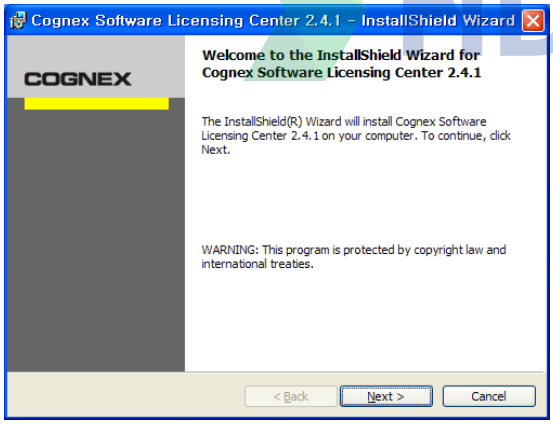
Cognex VisionPro(R) 8.2 설치가 완료되면, Cognex Software Licensing Center, Cognex Frame Grabber 드라이버를 설치합니다.

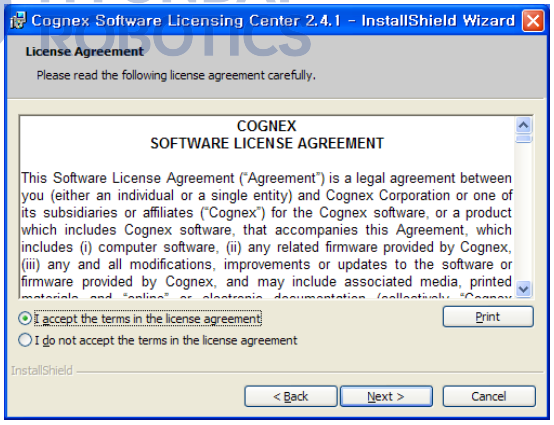
설치 시스템에 따라 “Visual Studio 에 VisionPro 컨트롤 설치”단추가 클릭되어 있을 수도 있습니다. 체크를 해제하시고 설치를 진행하십시오.

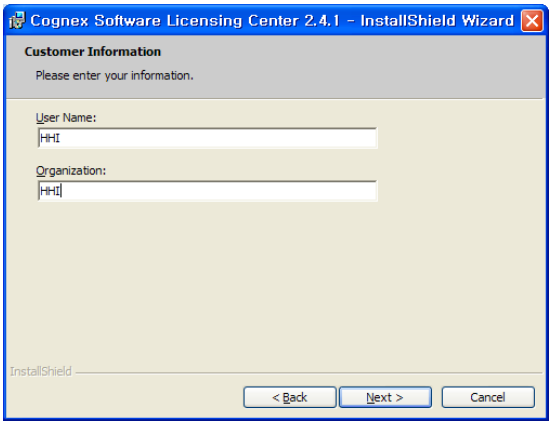


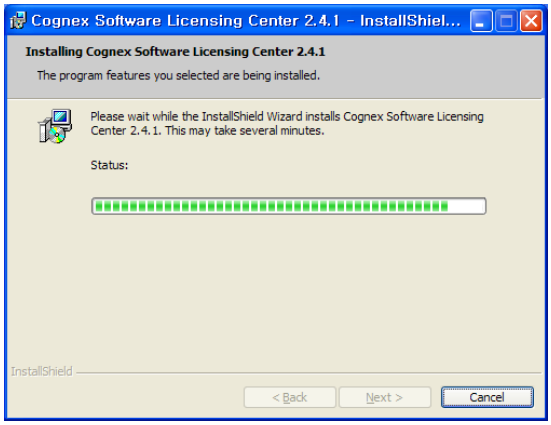


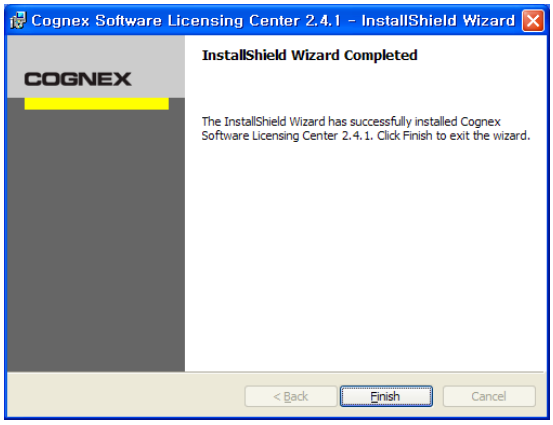
다음과 같이 라이선스 사용 동의, 사용자 정보를 입력하신 후 Cognex Software Licensing Center 를 설치하십시오.



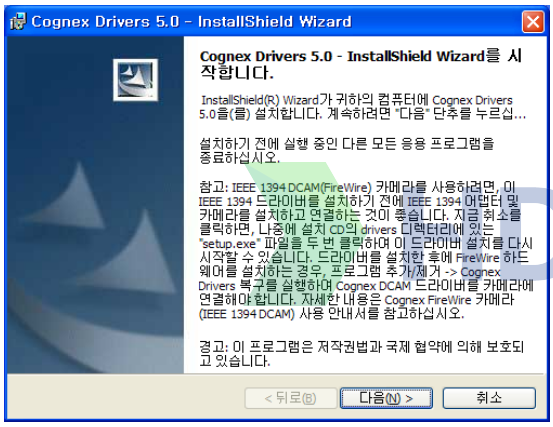


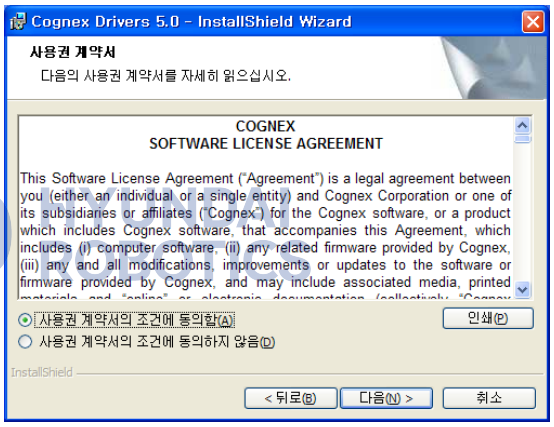


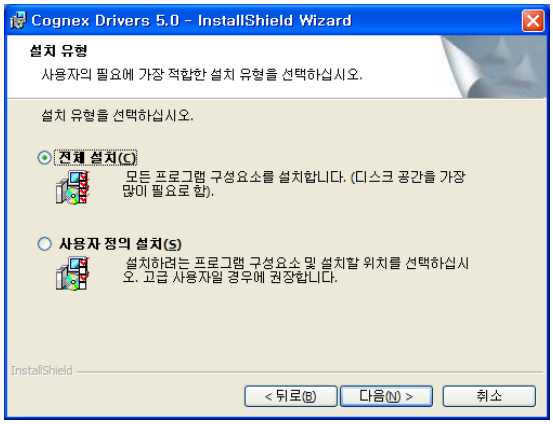


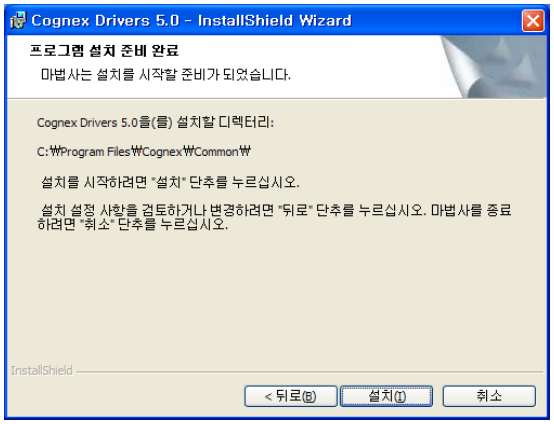


다음과 같이 Cognex Driver 설치 사용권 동의 후, 설치 유형을 선택하고 설치를 진행하십시오.



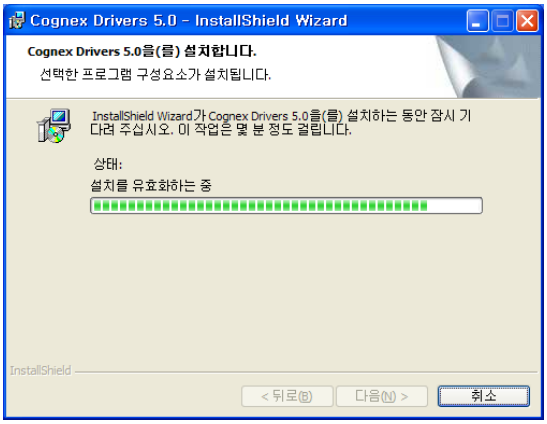


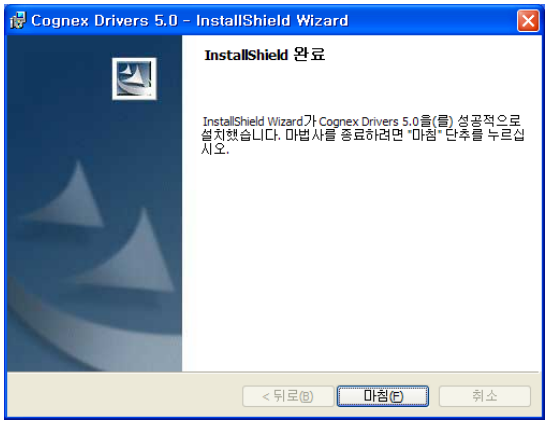




지시에 따라 진행하면, Cognex Frame Grabber 와 관련된 소프트웨어 설치는 완료됩니다.

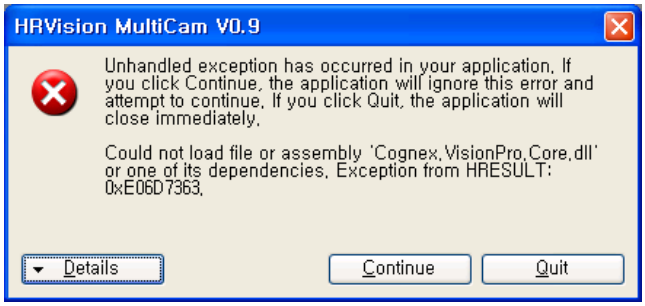
드라이버 설치가 완료되면, 재부팅 하십시오.





만약 VisionPro 8.2 를 설치하지 않고, HRVision 3D-Stereo 프로그램을 실행하신다면 다음과 같은 경고창이 발생합니다.

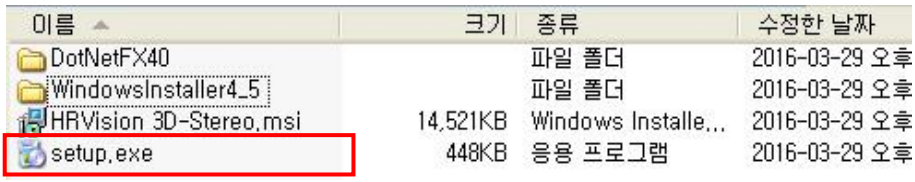
사용자는 "C:₩Program Files₩Cognex₩VisionPro" 가 설치되어 있는지 확인하시고, 재 설치 하십시오.



1.2.2.2. HRVision 3D-Stereo 설치

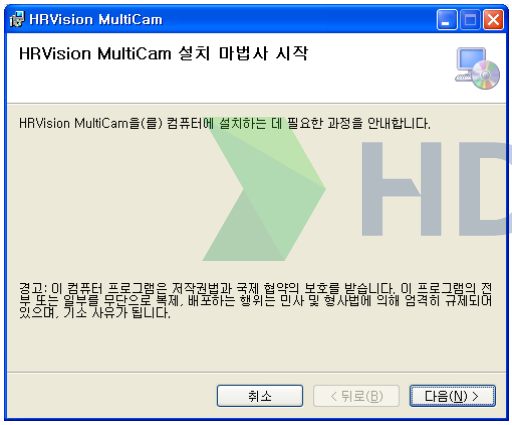
HRVision 3D-Stereo 프로그램 설치 절차는 다음과 같습니다.

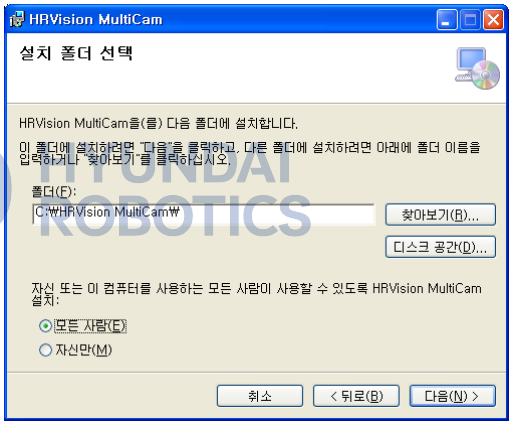
HRVision 3D-Stereo 설치 파일 중 setup.exe 를 실행하십시오.



이름	크기	종류	수정한 날짜
DotNetFX40		파일 폴더	2016-03-29 오후
WindowsInstaller4_5		파일 폴더	2016-03-29 오후
HRVision 3D-Stereo.msi	14,521KB	Windows Installe...	2016-03-29 오후
setup.exe	448KB	응용 프로그램	2016-03-29 오후

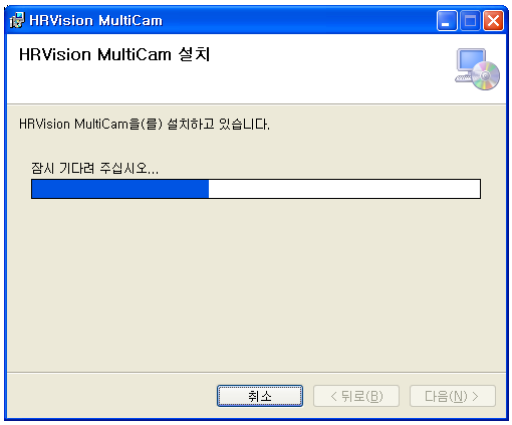
다음과 같은 설치 화면이 생성되면, 일반적인 윈도우 프로그램의 설치 절차와 같이 지시에 따라 진행하십시오

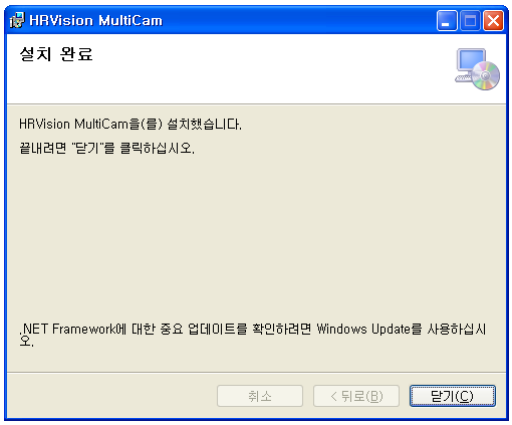




HRVision 3D-Stereo 실행 파일들은 "C:₩ HRVision 3D-Stereo" 폴더에 복사되며, 폴더는 사용자가 임의로 바꾸시면 안됩니다.

"다음" 버튼을 클릭 하시면 HRVision 3D-Stereo 프로그램의 설치가 진행, 완료됩니다.





1.3. HRVision 3D-Stereo 실행

HRVision 3D-Stereo 프로그램의 실행은 바탕화면에 있는 HRVision 3D-Stereo 아이콘을 더블 클릭하여 수행됩니다.

HYUNDAI ROBOTICS

2

라이선스 입력

2. 라이선스 입력

HRVision 3D-Stereo 을 사용하기 위해서는 라이선스 키를 입력해야 합니다.
라이선스키가 입력되지 않은 상태에서는 어떠한 작업도 수행할 수 없습니다.

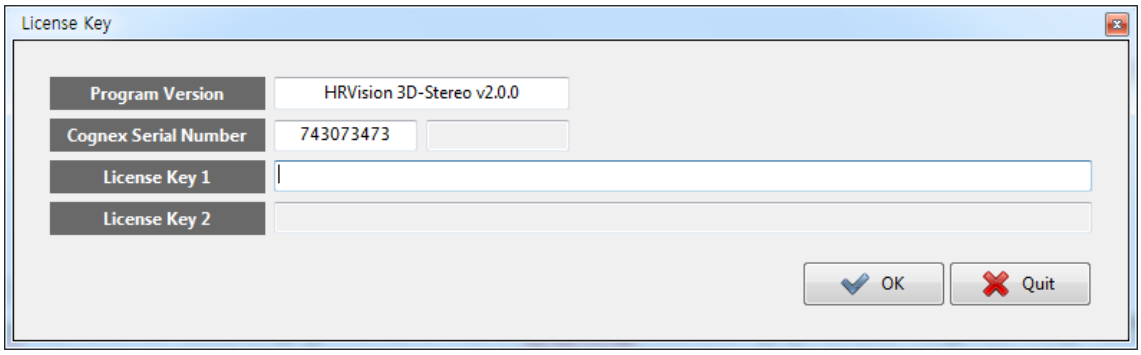
2.1. HRVision 3D-Stereo 라이선스

HRVision 3D-Stereo 을 사용하기 위해서는 SW 를 설치한 PC 의 Cognex Frame Grabber 에 맞는 라이선스 키 번호를 입력해야만 합니다.
공급사로부터 HRVision 3D-Stereo 의 사용권리를 구매하실 때 사용할 Cognex 사의 Frame Grabber 에 대한 "System Serial No"를 알려주십시오.
공급사는 전달해주신 번호에 맞는 키 코드를 사용자께 알려드릴 것입니다.

HRVision 3D-Stereo 설치 후, 1.3. 에 설명한 방법과 같이 HRVision 3D-Stereo 를 실행하십시오.
만약 Cognex Frame Grabber 가 설치되지 않았거나, 정상적으로 작동하지 않으면 아래와 같은 경고창이 발생하고 프로그램은 종료됩니다.

사용자는 Frame Grabber 가 정상적으로 설치되어 있는지 확인하십시오.

정상적으로 Frame Grabber 가 설치되었다면, 다음과 같은 입력창이 생성됩니다.
사용자는 공급사로부터 받은 라이선스 키를 입력하고 확인 버튼을 클릭하십시오.



만약 입력을 잘못했거나, PC 에 설치된 Frame Grabber 가 공급사에 전달한 Frame Grabber 정보와 다르다면, 다음과 같은 경고 창이 생성됩니다.

라이선스 키는 저장되므로 한번 입력하면 다시 입력할 필요가 없습니다.
단, HRVision 3D-Stereo 프로그램을 PC 에서 제거(언인스톨)하거나 운영체계의 재설치, 혹은 포맷하는 행위에 의해서는 입력된 키 코드 정보가 사라지므로, 재설치 시 다시 입력해야 합니다.
그러므로, 키 코드는 반드시 다른 장소에 잘 기록해주시기 바랍니다.

HYUNDAI ROBOTICS

HYUNDAI ROBOTICS

3

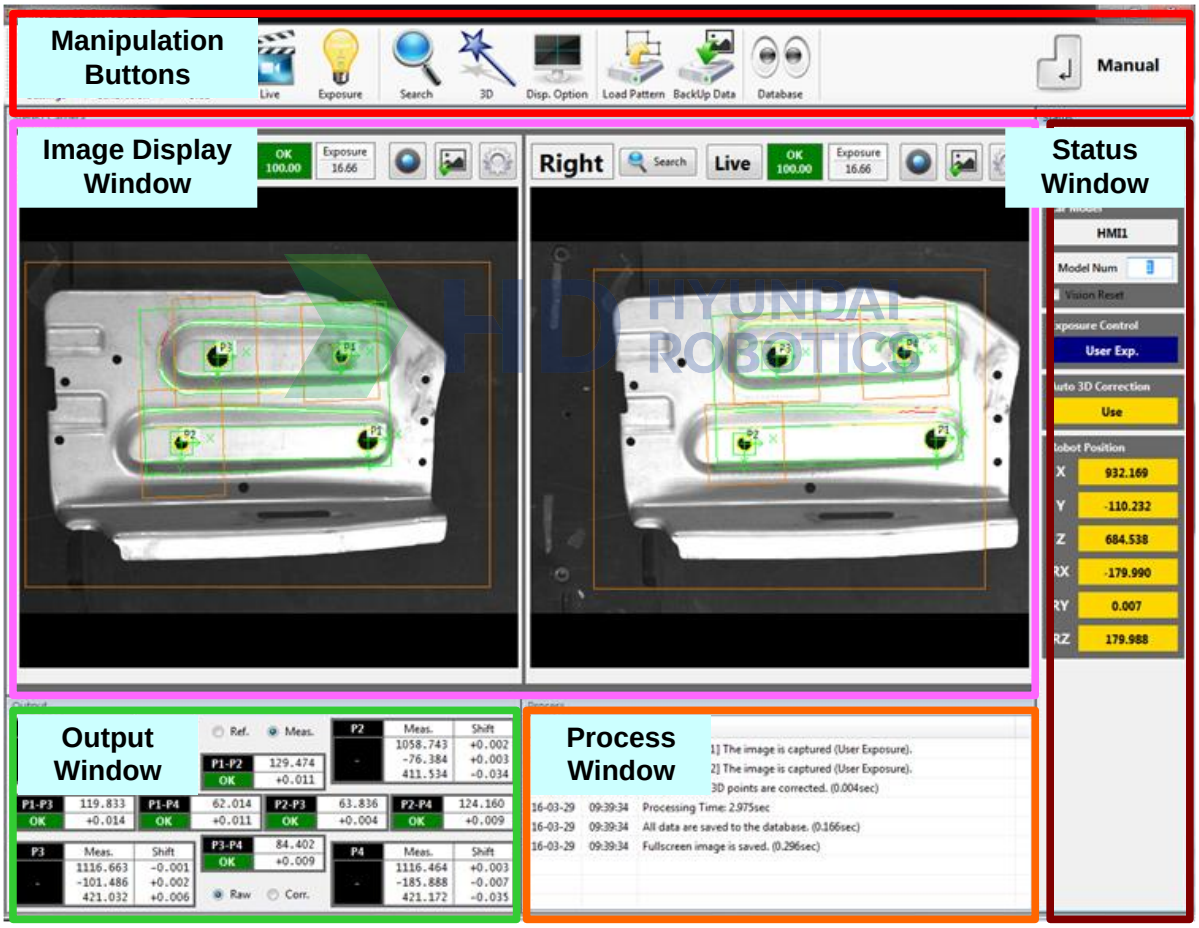
기본 기능

3.1. 화면 구성

HRVision 3D-Stereo 은 한글과 영어를 지원하며, 프로그램 실행 중 “Setting” 메뉴 에서 언어를 변경할 수 있습니다. 본 매뉴얼은 영문 화면에 대해서만 설명합니다.

3.1.1. 메인 화면 구성

프로그램 실행 후 시리얼 키가 정확하게 입력되었다면, 아래와 같은 화면이 나타납니다. HRVision 3D-Stereo 의 화면은 총 5 개의 창으로 구성되어 있으며, 조작 버튼의 각 메뉴에 따라 독립 프로그램 혹은 설정 창이 생성됩니다.



각 창의 주요기능은 아래 표와 같습니다.

Manipulation Buttons	각종 설정, 영상획득, 캘리브레이션, 검사, 자동운전 등 HRVision 3D-Stereo 를 조작하기 위한 메뉴를 제공합니다.
Image Display Window	현재 라이브로 보고 있거나 획득한 영상을 표시합니다.
Process Window	현대 로봇과의 통신내용, 각종 상태 표시, 진행사항 등을 표시합니다.
Status Window	인식 결과 및 통신 상태를 표시합니다.
Output Window	기준 작업물 및 현재 작업물의 4 지점에 대한 3 차원 위치 측정 결과 및 지점간 거리 등을 표시합니다.

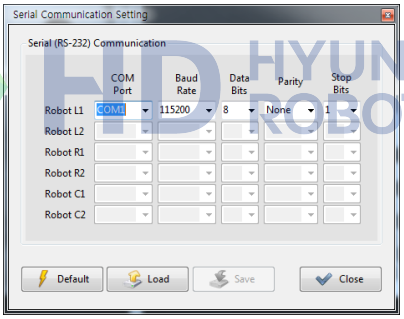
3.1.2. Manipulation Buttons

조작버튼은 HRVision 3D-Stereo 의 주요기능을 조작하는 버튼으로 각 기능은 다음과 같습니다.

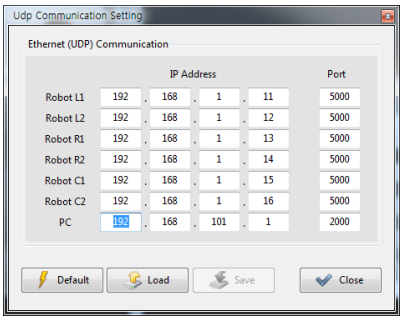
■ Settings
각종 기능 및 연동 HW 를 설정/관리하는 메뉴입니다. 다음과 같이 총 12 개의 Sub 메뉴가 있습니다.

- System
  카메라 종류, 카메라 보정 방법, 결과 출력 방법, 통신 등을 설정합니다. 주변 설비 및 설치할 환경에 맞게 선택합니다.

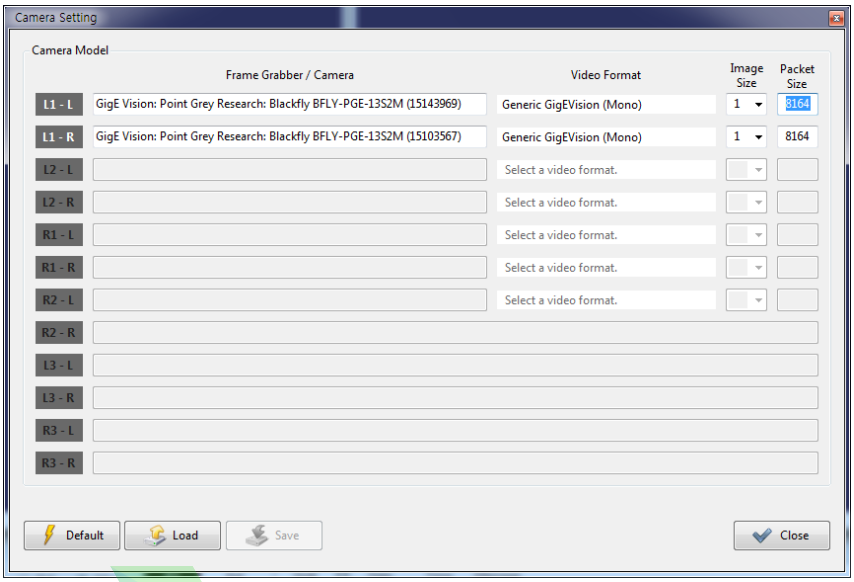
- Serial Communication
  주변 설비 및 설치할 환경에 맞게 시리얼 통신 변수를 설정합니다.



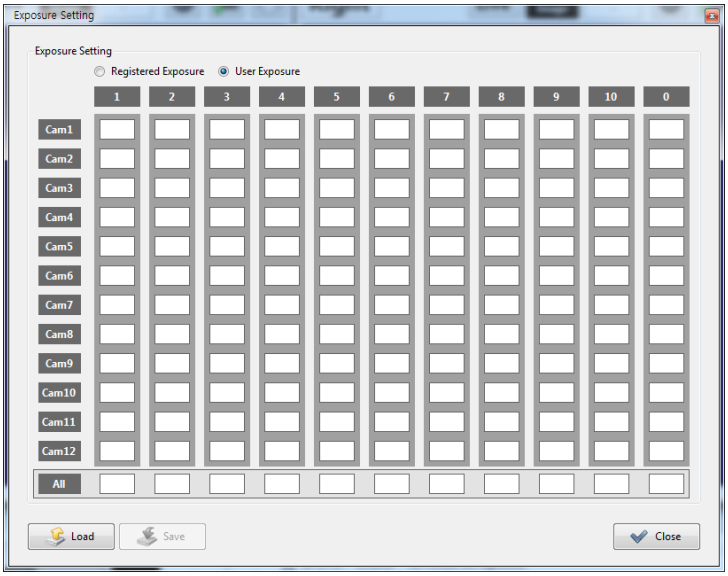
- Ethernet Communication
  주변 설비 및 설치할 환경에 맞게 이더넷 통신 변수를 설정합니다.



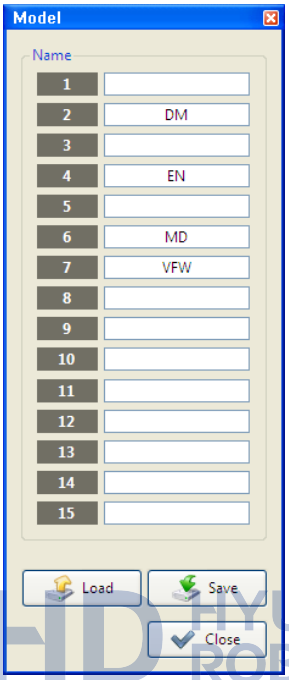
- Camera Setting
  카메라 모델, 연결 포트, 노출 등을 설정합니다.



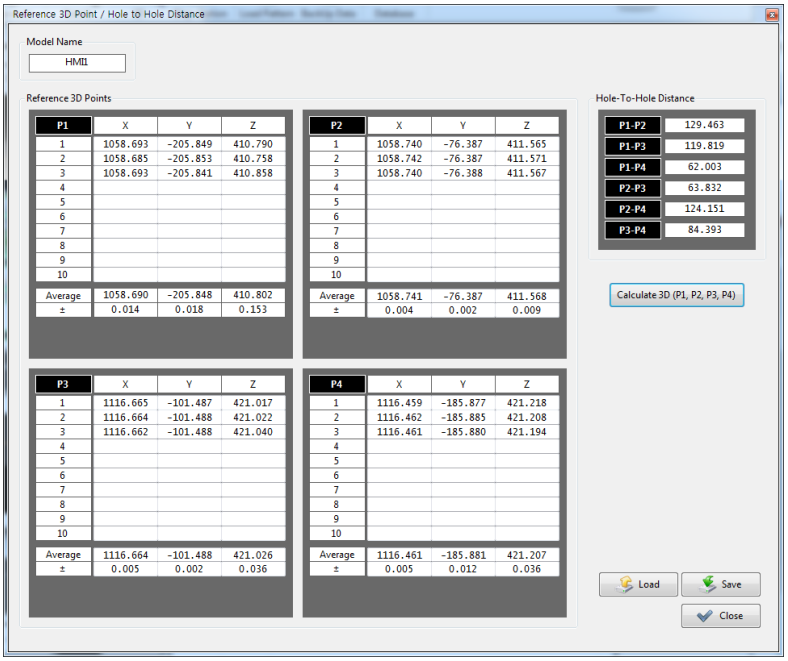
- Exposure Setting
  각 카메라의 모델별 사용자 노출을 설정합니다.



- Model
  차종 정보를 입력하고, “Save”버튼을 누르면 저장됩니다.

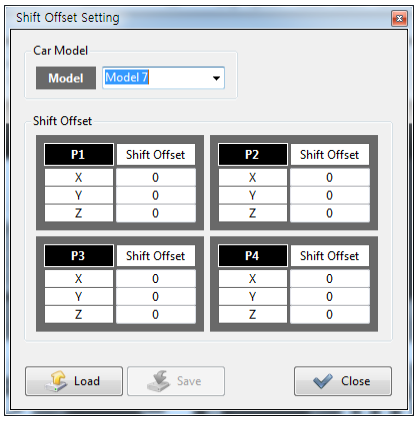


- Reference Points
  측정된 4 지점에 대한 작업물의 위치를 기준위치로 등록합니다.



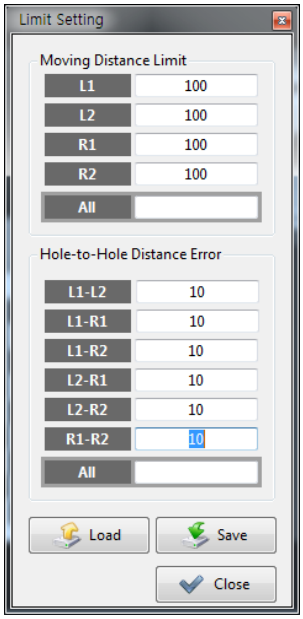
- Auto 3D Correction
  "All Points"를 선택하면 측정된 3 차원 데이터를 보정하여 출력하고, "Non-Use"를 선택하면 보정하지 않은 데이터를 출력합니다. 기본 설정은 "Non-Use"입니다.

- Shift Offset Setting
  모델별 시프트 오프셋을 설정합니다.

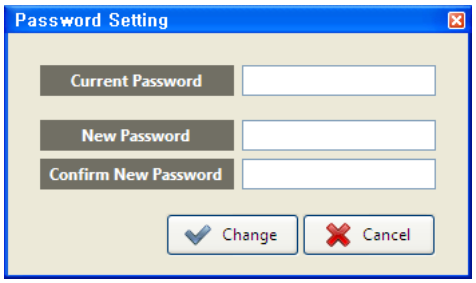


- Limit Setting
  측정 데이터 범위, 측정된 특징점간 거리 오차 범위를 설정합니다.

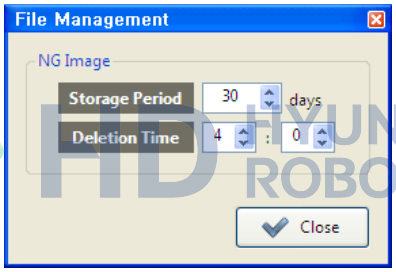
- Limit
  "Moving Distance Limit"은 측정된 특징점이 공간상에서 이동할 수 있는 한계거리를 나타내며, "Hole-to-Hole Distance Error"는 특징점간 거리의 오차 임계값을 나타냅니다. 만약 작업물의 3 차원 위치가 기준 차체보다 "Moving Distance Limit"이상 이동하면 NG 가 출력되며, 특징점간의 거리도 기준차체보다 임계값 이상 차이가 나도 NG 가 출력됩니다.



- Password
  Password 변경을 수행합니다.

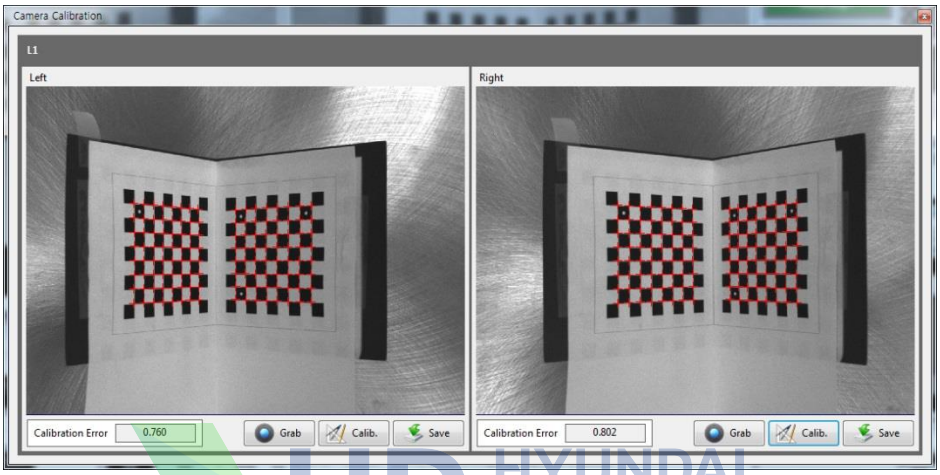


- File Management
  에러 발생 영상 저장 주기 및 삭제 시간을 설정합니다. 데이터 삭제는 시스템에 많은 부하를 줄 수 있으므로, 로봇이 작업을 하지 않는 새벽으로 삭제 시간을 설정하는 것을 권장합니다.

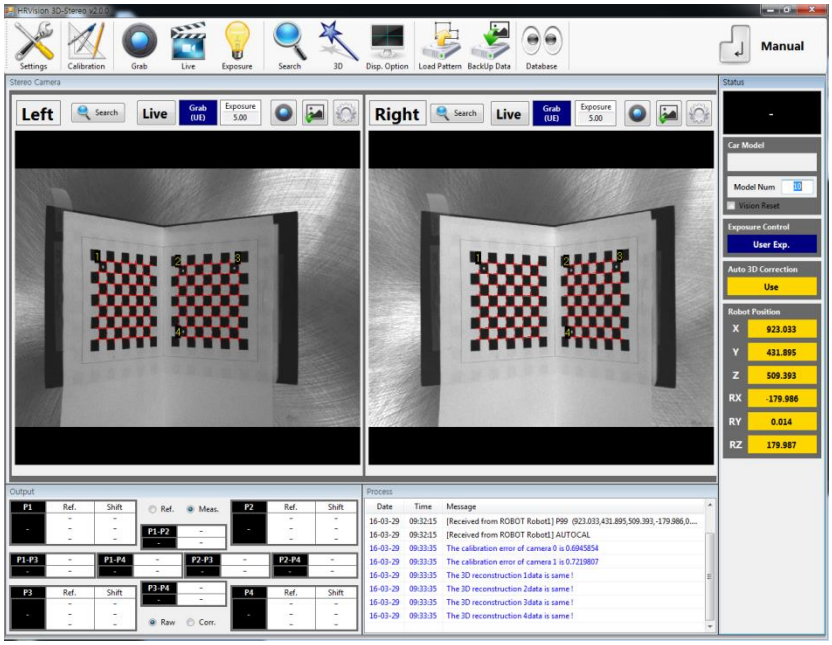


■ Calibration
카메라 캘리브레이션 프로그램 로딩 및 로봇과 카메라와의 관계를 계산합니다.

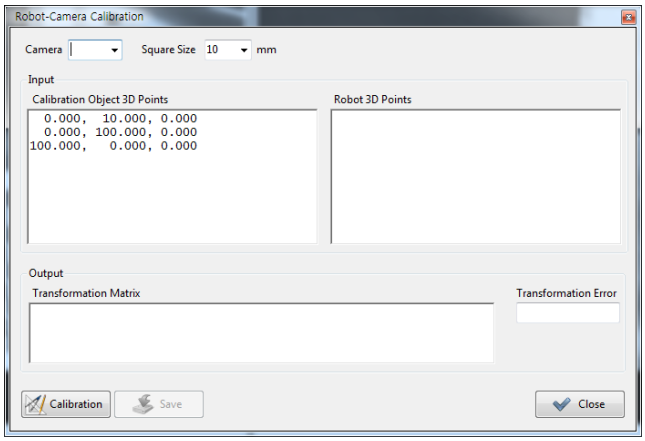
- Camera Calibration
스테레오 카메라 캘리브레이션 수행 다이얼로그가 로딩되며, 카메라의 투영행렬을 계산합니다. [Save] 버튼 클릭 시 투영행렬이 저장됩니다.



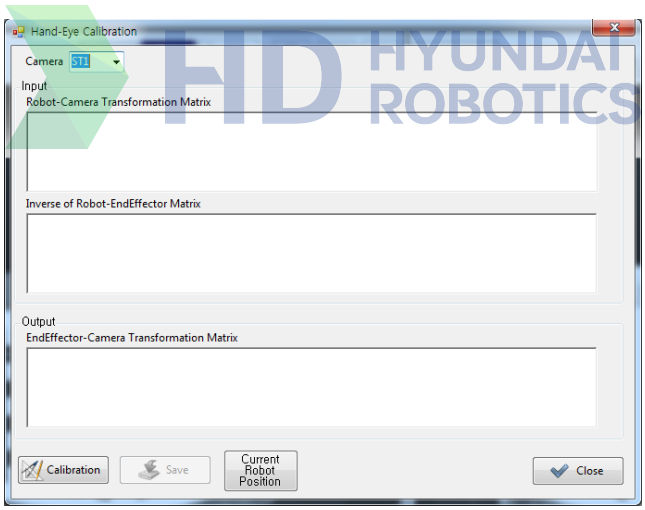
- Automatic Camera Calibration
자동으로 스테레오 카메라 캘리브레이션을 수행하며, 카메라의 투영행렬이 자동으로 계산하여 저장합니다.



- Robot-Camera Calibration
  카메라 캘리브레이션을 위해 사용한 보정판과 로봇과의 관계를 계산합니다.



- Hand-Eye Calibration
  로봇과 로봇에 부착된 카메라와의 관계를 계산합니다.



■ Grab
클릭할 때마다 현재 보여지는 영상을 하나씩 획득합니다.

■ Live Display
설치된 카메라로부터 “연속영상”이 보여집니다.

■ Exposure
3 가지 종류의 노출 자동 모드를 제공합니다.

- Registered Exposure
  패턴 등록시에 사용된 노출로 영상을 획득합니다.

- Auto Exposure
  패턴 등록시의 영상의 밝기와 현재 영상의 밝기가 유사하도록 노출을 자동으로 변경합니다. 이 모드 사용시 영상 획득 속도는 느려집니다.

- User Exposure
  사용자가 설정한 노출로 영상을 획득합니다.

- Search
  패턴이 등록되어 있을 경우, 영상을 획득한 후 패턴 인식 작업을 한번만 수행합니다.

- 3D
  패턴이 등록되어 있을 경우, 영상을 획득한 후 패턴 인식 작업을 수행한 후 3 차원 좌표값을 계산을 합니다.

- Disp. Option
  패턴 인식 후 영상창에 표시되는 결과 출력 데이터의 표시 유무를 결정합니다.

  - Score
    패턴인식 결과의 정합율을 표시합니다.

  - Pattern Region
    패턴인식 영역을 표시합니다.

  - Coordinate Axes
    패턴인식 좌표축을 표시합니다.

  - Origin
    패턴인식 원점을 표시합니다.

  - Center and Scale
    Camera Setting 창에서 설정한 노출을 유지합니다.

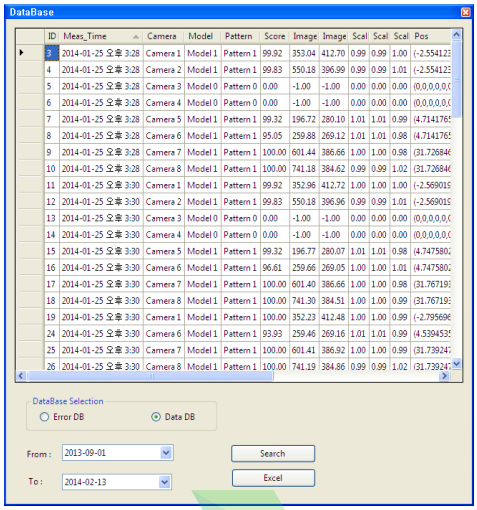
  - Center Guide Line
    영상의 가운데에 십자선을 표시합니다.

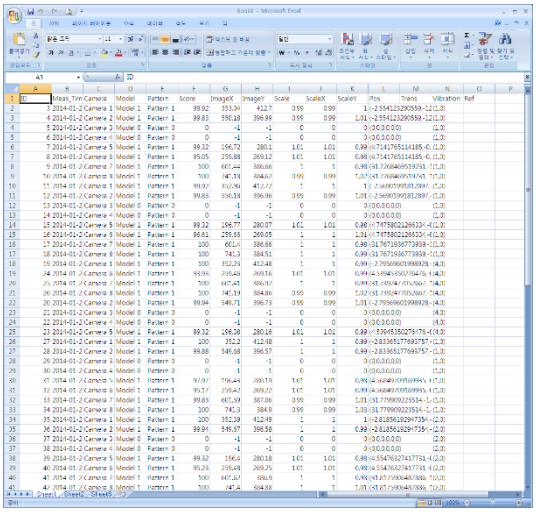
- Load Pattern
  등록된 패턴을 로딩합니다.

- BackUp Data
  현재 설정한 패턴 데이터 및 캘리블이션 데이터를 “C:₩HRVision Stereo₩Backup” 폴더에 저장합니다.

■ DataBase

에러 데이터 베이스 및 측정한 데이터 베이스 검색 창을 표시합니다.
검색된 데이터는 “Microsoft Excel” 프로그램과 연동하여 표시 가능합니다.





HD HYUNDAI ROBOTICS

■ Manual/Auto

Manual/Auto 모드를 변경합니다. Auto 모드에서는 모든 버튼이 조작 불가능하며 PLC 및 로봇과의 통신만을 통해서 조작이 됩니다.

3.1.3. Image Display Window

영상 창은 연속영상이나 현재 획득된 영상을 표시하고 패턴 인식 결과를 표시합니다.

영상창 내부에서는 마우스 조작으로 Zoom In/Zoom Out, Fit Image, 영상이동 등을 수행할 수 있습니다.

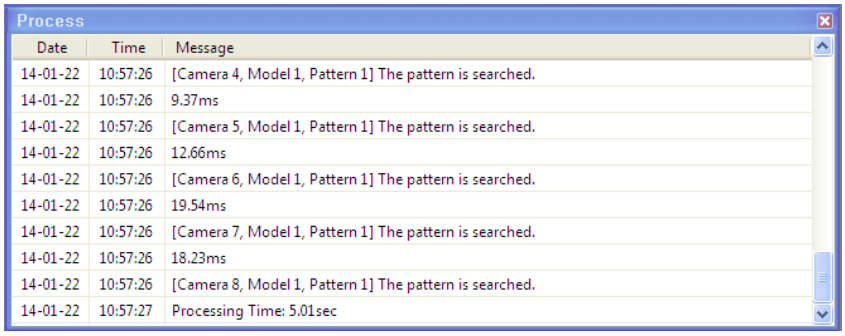
3.1.4. Output

Output 창은 기준 차체와 현재 작업물의 4 지점에 대한 3 차원 위치와 4 지점간의 거리를 보여주며, 이동거리 및 지점간 거리에 대한 위치 오차를 보여줍니다.

HD HYUNDAI ROBOTICS

3.1.5. Process Window

HRVision 3D-Stereo 의 동작 현황을 표시합니다.



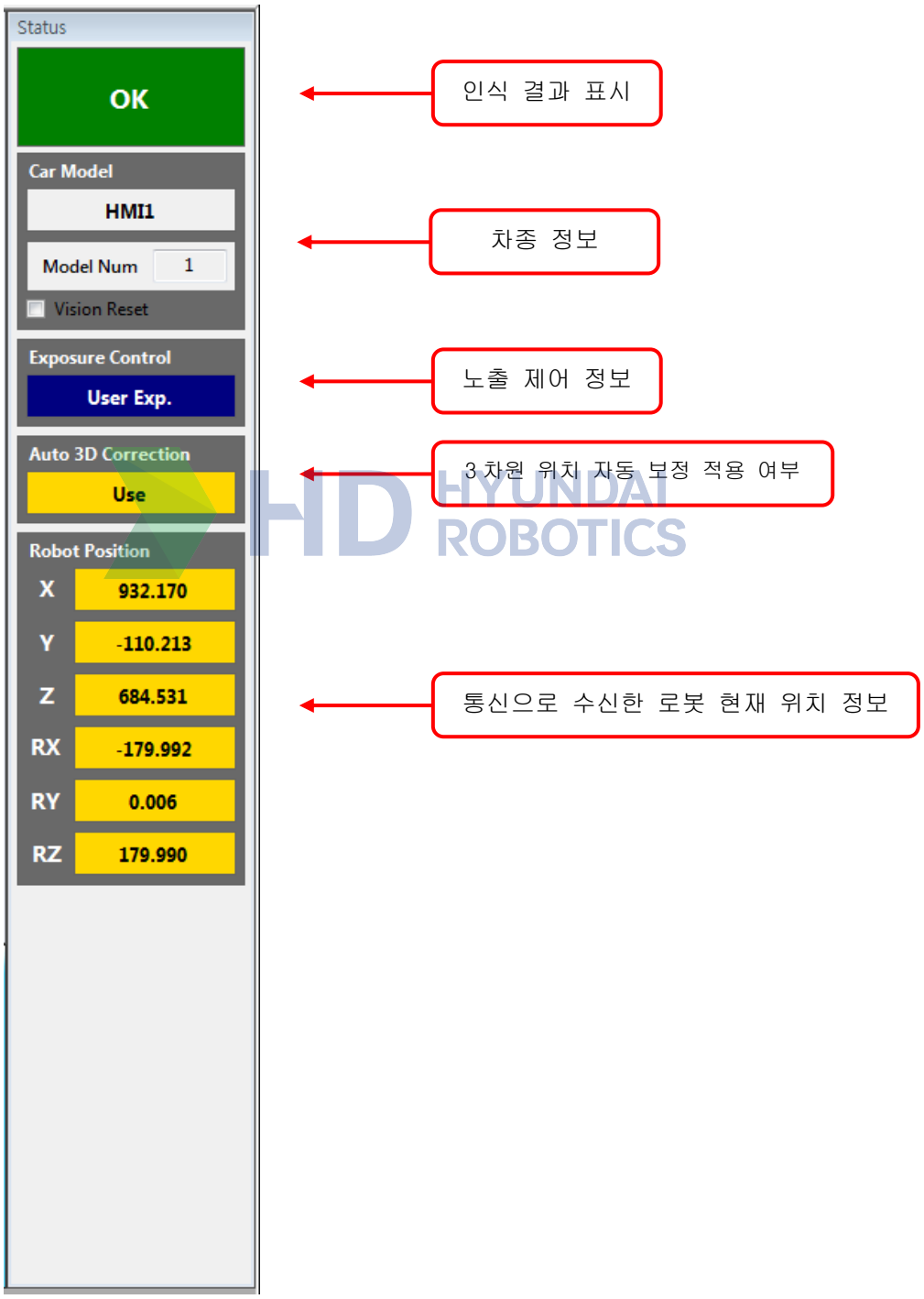
Process

Date	Time	Message
14-01-22	10:57:26	[Camera 4, Model 1, Pattern 1] The pattern is searched.
14-01-22	10:57:26	9.37ms
14-01-22	10:57:26	[Camera 5, Model 1, Pattern 1] The pattern is searched.
14-01-22	10:57:26	12.66ms
14-01-22	10:57:26	[Camera 6, Model 1, Pattern 1] The pattern is searched.
14-01-22	10:57:26	19.54ms
14-01-22	10:57:26	[Camera 7, Model 1, Pattern 1] The pattern is searched.
14-01-22	10:57:26	18.23ms
14-01-22	10:57:26	[Camera 8, Model 1, Pattern 1] The pattern is searched.
14-01-22	10:57:27	Processing Time: 5.01sec

HD HYUNDAI ROBOTICS

3.1.6. Status Window

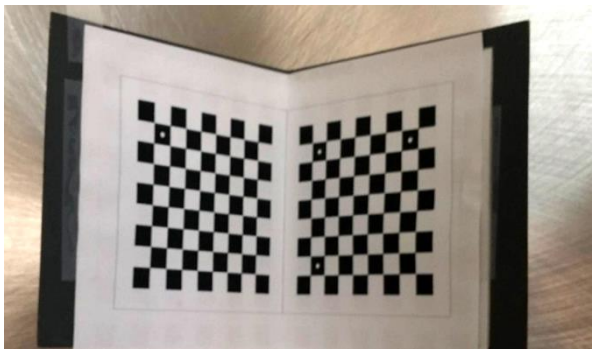
인식결과, 차종 정보, 각종 기능 적용 여부, PLC 와의 통신 상태 등을 표시합니다.



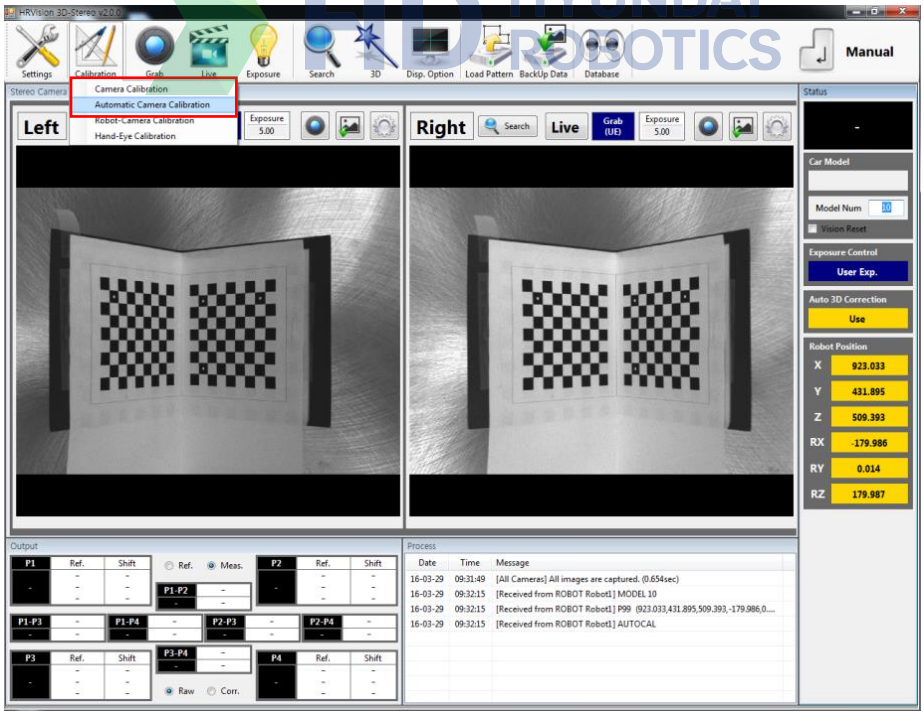
3.2. 주요 기능

3.2.1. 스테레오 카메라 캘리브레이션 기능

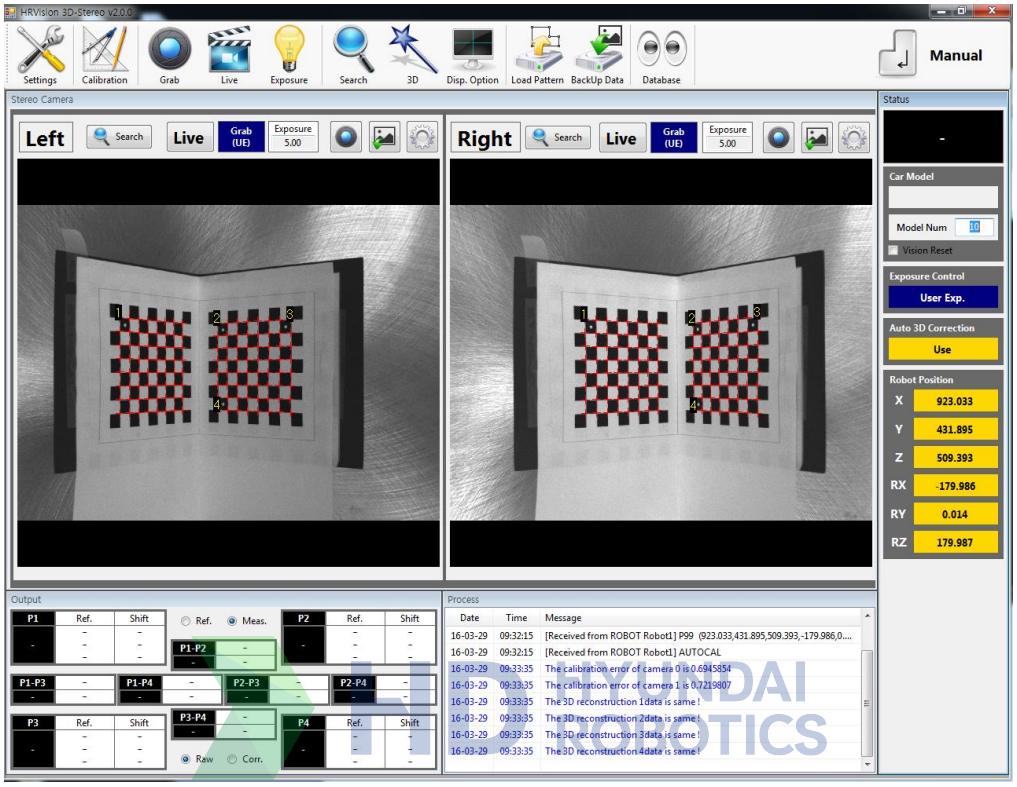
카메라 좌표계와 공정의 공통 좌표계를 일치시키는 카메라 캘리브레이션을 수행하는 과정입니다.
HRVision 3D-Stereo 은 다음과 같은 보정판을 이용하여 캘리브레이션을 수행합니다.

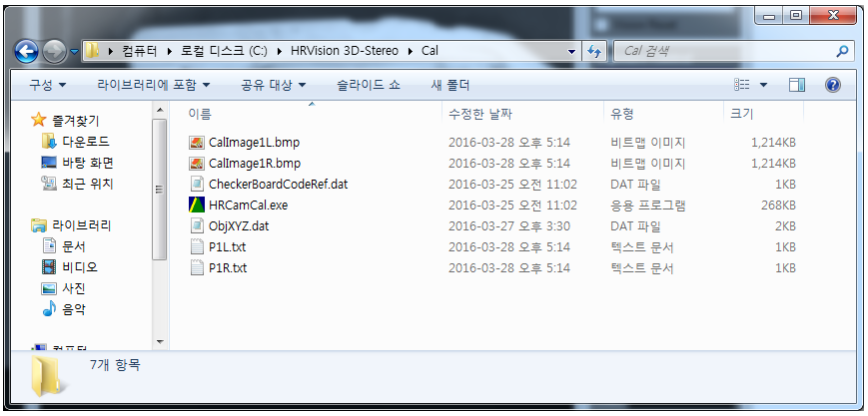


상기 보정판을 스테레오 카메라의 시각영역 내부에 위치하도록 배치시킵니다.



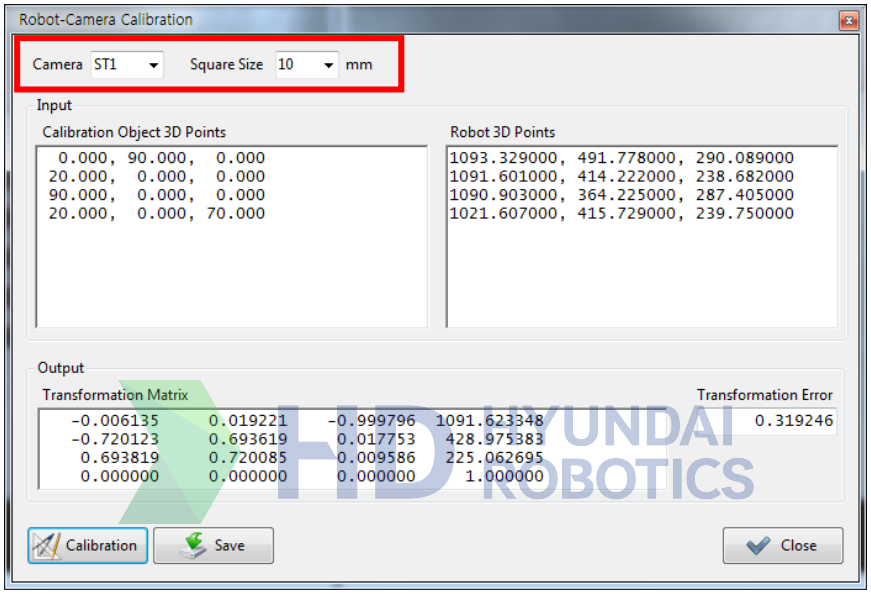
HRVision 3D-Stereo 메뉴의 “Calibration” 메뉴에서 Automatic Camera Calibration 클릭 합니다. 화면에 보정판이 배치되어 있을 경우, 보정판 내부의 코너점을 자동으로 검출하여 투영행렬을 “C:₩HRVision Stereo₩Cal” 폴더에 저장됩니다. 선택된 카메라 모델에 해당하는 “P1L.txt”, “P1R.txt” 파일이 생성되어 있는지 확인하십시오. 상기 파일이 생성되어 있으면, 카메라 캘리브레이션은 완료됩니다. 만약 자동으로 설정되지 않는다면 보정판의 코너점이 명확하게 보이는 지점으로 로봇을 이동하여 재수행 합니다.


HRVision 3D-Stereo v2.0.0
Settings
Calibration
Grab
Live
Exposure
Search
3D
Disp. Option
Load Pattern
BackUp Data
Database
Manual
Stereo Camera
Left
Search
Live
Grab (UE)
Exposure 5.00
Right
Search
Live
Grab (UE)
Exposure 5.00
Status
Car Model
Model Num
Vision Reset
Exposure Control
User Exp.
Auto 3D Correction
Use
Robot Position
X 923.033
Y 431.895
Z 509.393
RX -179.986
RY 0.014
RZ 179.987
Output
P1 Ref. Shift
P2 Ref. Shift
P1-P2
P1-P3
P1-P4
P2-P3
P2-P4
P3 Ref. Shift
P3-P4
P4 Ref. Shift
Ref.
Meas.
Raw
Corr.
Process
Date Time Message
16-03-29 09:32:15 [Received from ROBOT Robot1] P99 (923.033,431.895,509.393,-179.986,0....
16-03-29 09:32:15 [Received from ROBOT Robot1] AUTOCAL
16-03-29 09:33:35 The calibration error of camera 0 is 0.6945854
16-03-29 09:33:35 The calibration error of camera 1 is 0.7219807
16-03-29 09:33:35 The 3D reconstruction 1data is same !
16-03-29 09:33:35 The 3D reconstruction 2data is same !
16-03-29 09:33:35 The 3D reconstruction 3data is same !
16-03-29 09:33:35 The 3D reconstruction 4data is same !

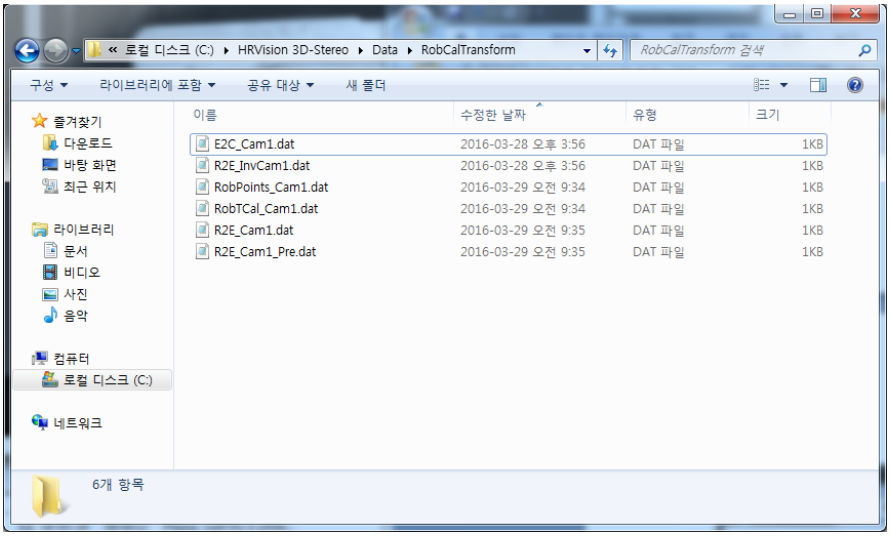

컴퓨터 ▸ 로컬 디스크 (C:) ▸ HRVision 3D-Stereo ▸ Cal
Cal 검색
구성
라이브러리에 포함
공유 대상
슬라이드 쇼
새 폴더
즐겨찾기
다운로드
바탕 화면
최근 위치
라이브러리
문서
비디오
사진
음악
이름
수정한 날짜
유형
크기
CalImage1L.bmp 2016-03-28 오후 5:14 비트맵 이미지 1,214KB
CalImage1R.bmp 2016-03-28 오후 5:14 비트맵 이미지 1,214KB
CheckerBoardCodeRef.dat 2016-03-25 오전 11:02 DAT 파일 1KB
HRCamCal.exe 2016-03-25 오전 11:02 응용 프로그램 268KB
ObjXYZ.dat 2016-03-27 오후 3:30 DAT 파일 2KB
P1L.txt 2016-03-28 오후 5:14 텍스트 문서 1KB
P1R.txt 2016-03-28 오후 5:14 텍스트 문서 1KB
7개 항목

3.2.2. 로봇-카메라 캘리브레이션 기능

보정판 좌표계와 로봇 좌표계를 일치시키는 과정입니다.
카메라 콤보박스에서 ST1 을 선택하고, 보정판 사각형의 크기를 선택하면, “Calibration Object 3D Points”가 자동으로 생성됩니다. 여기에 상응하는 로봇 교시점 4 개를 입력한 후 “Calibration” 버튼을 클릭하면 보정판 좌표계와 카메라의 관계를 변환행렬로 표시하며, 이때 발생한 변환 오차를 “Transformation Error” 항목에 표시해 줍니다. 만약 오차가 1 을 넘는다면, 로봇 교시점을 다시 확인해 주시고, 필요 시 재 교시하십시오.

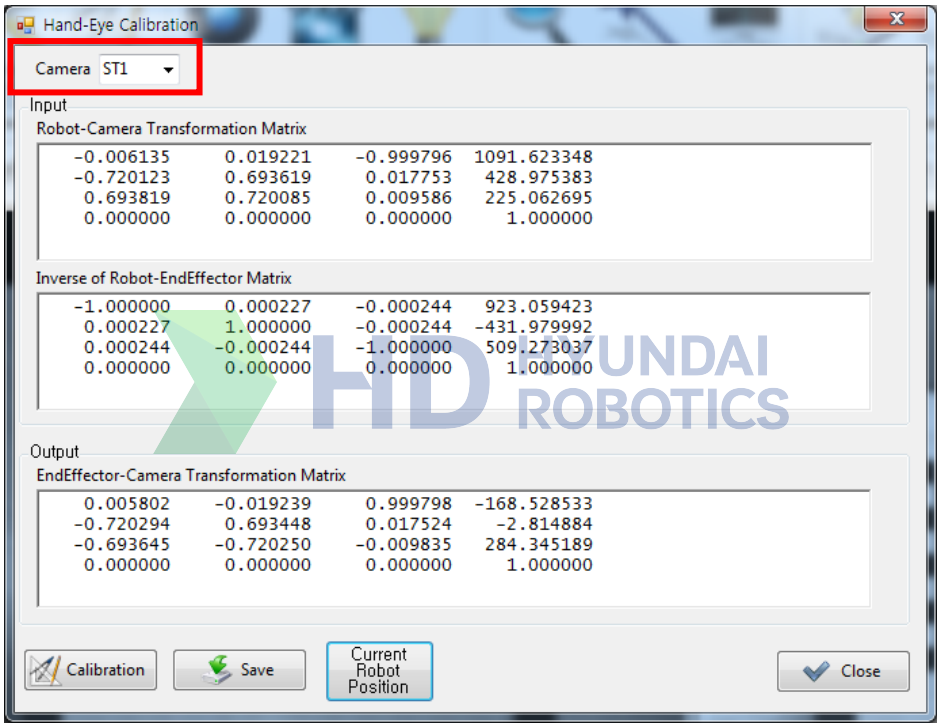


“Save” 버튼을 클릭하면, 변환행렬 정보가 “C:₩HRVision 3D-Stereo₩Data₩RobCalTransform” 폴더에 저장됩니다.



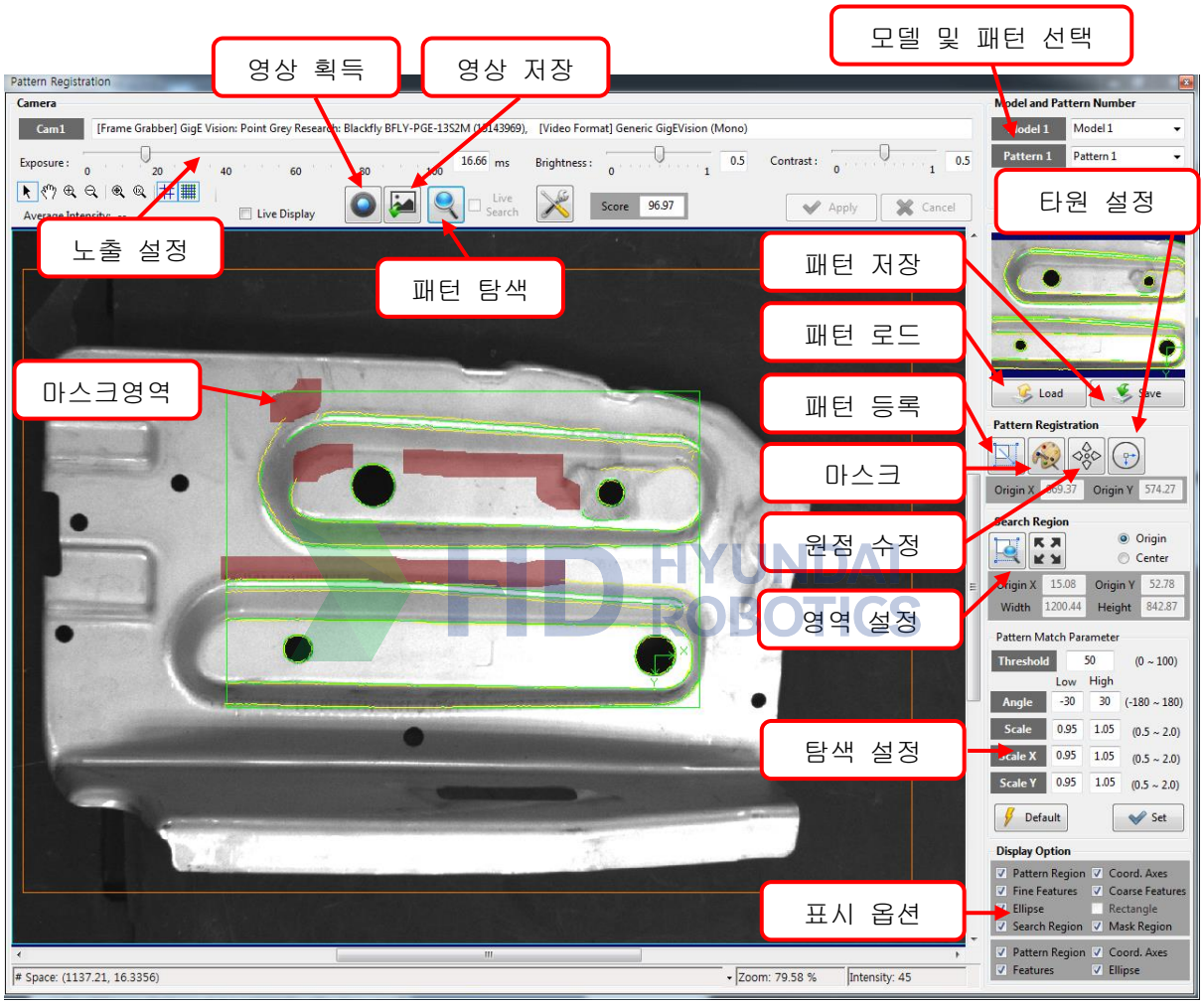
3.2.3. 핸드아이 캘리브레이션 기능

로봇과 카메라의 관계를 구하는 과정입니다.
카메라 콤보박스에서 ST1 을 선택하면, 이전 단계에서 획득한 Robot-Camera Transform Matrix 를 로드하여 보여줍니다. 보정판을 획득할 때의 로봇 위치를 로봇과의 통신을 통해 미리 입력 받아 둡니다.
다이얼로그 박스의 “Current Robot Position”버튼을 클릭하면 입력된 로봇 위치에 대한 데이터를 “Inverse of Robot-EndEffector Matrix”에 표시합니다.
“Calibration” 버튼을 클릭하고, “Save” 버튼을 클릭하면 핸드아이 캘리브레이션이 완료됩니다.
핸드아이 캘리브레이션 정보는 “C:₩HRVision 3D-Stereo₩Data₩RobCalTransform”폴더에 저장됩니다.



3.2.4. 패턴 등록 기능

모델별 패턴을 관리(등록/수정/삭제) 하고, 학습하는 기능을 합니다.



HYUNDAI ROBOTICS

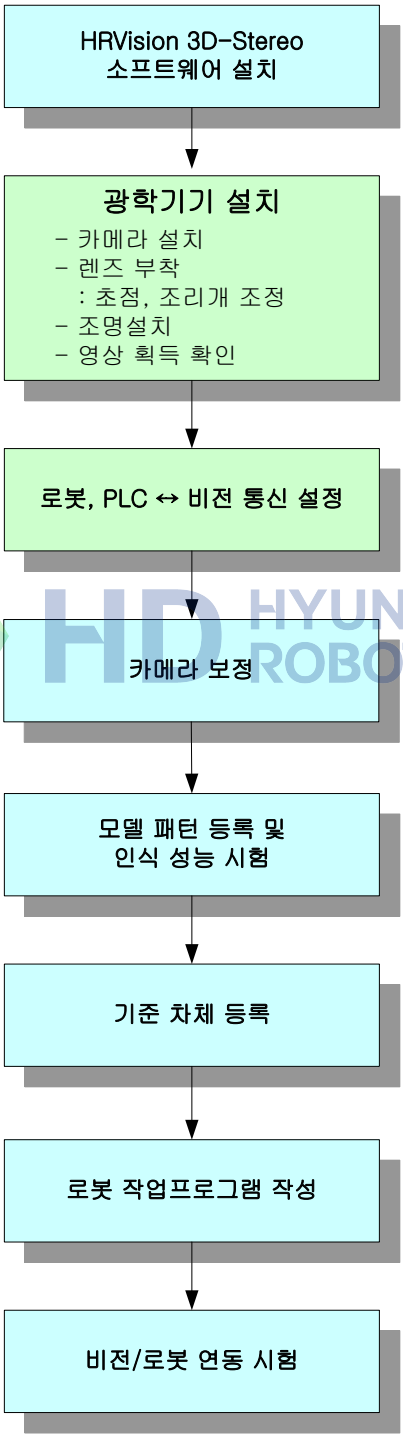
HYUNDAI ROBOTICS

4

작업 절차

4. 작업 절차

HRVision 3D-Stereo 의 작업절차는 다음과 같습니다.
각 절차의 상세 설명은 다음의 각 절에서 설명합니다.



4.1. HRVision 3D-Stereo 소프트웨어 설치

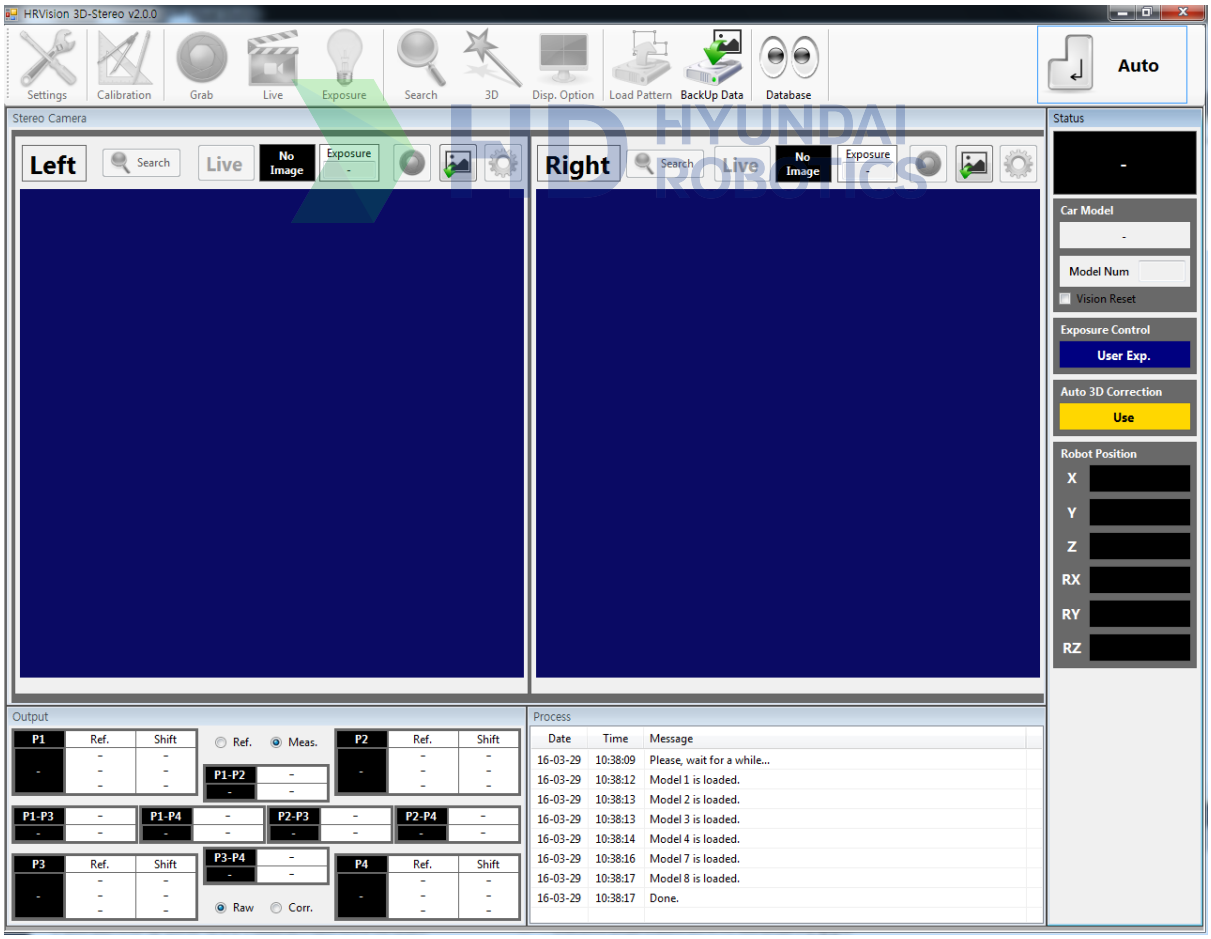
1.2.2 에 따라 “VisionPro 8.2” 및 “HRVision 3D-Stereo”소프트웨어를 설치하시고, 2.1 에 따라 라이선스 키를 등록하십시오.

본 작업 절차서는 Hi5a 제어기와 연동한 “HRVision 3D-Stereo" 설치 및 조작 절차를 설명합니다.

4.2. 광학기기 설치

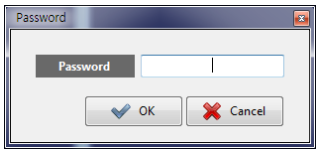
사용목적에 따라 카메라와 조명을 설치하십시오.

다음 그림은 광학기기 및 “HRVision 3D-Stereo” 프로그램 설치 후, “HRVision 3D-Stereo” 를 실행시키면 다음과 같은 “HRVision 3D-Stereo” 초기화면이 생성됩니다.

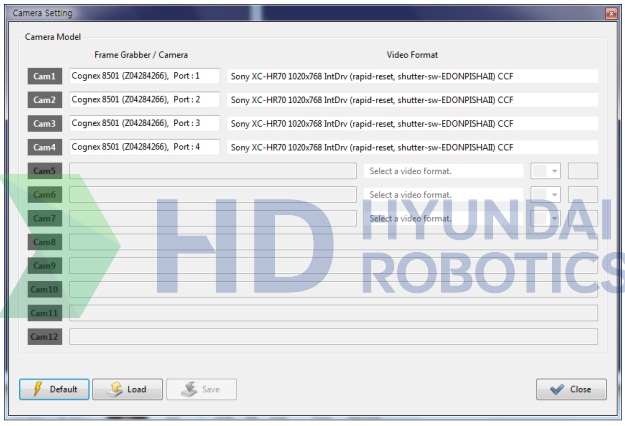


초기 실행 화면은 카메라 타입이 설정되어 있지 않아, 영상이 정상적으로 획득되지 않을 수도 있습니다. “Setting” 메뉴로 들어가서 카메라 타입을 설정합니다.

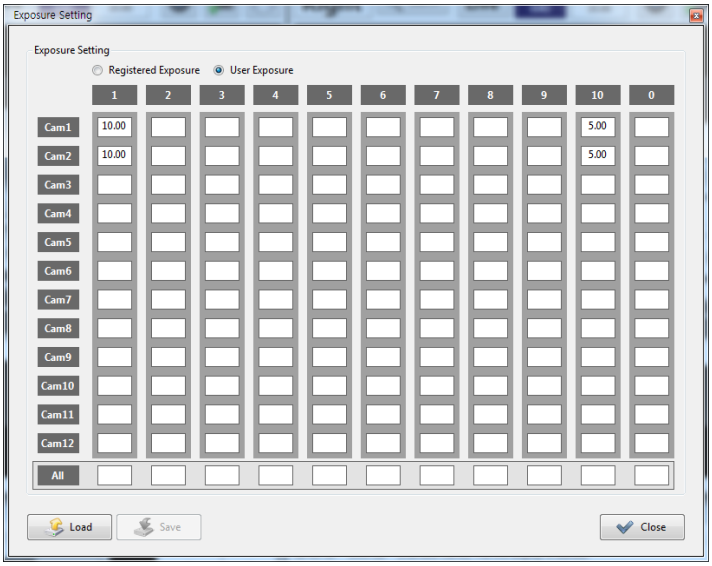
“Settings”과 “Calibration”등 설정 메뉴로 진입하려면 비밀번호를 입력해야 합니다. 비밀번호는 공급자에게 문의하시기 바랍니다.



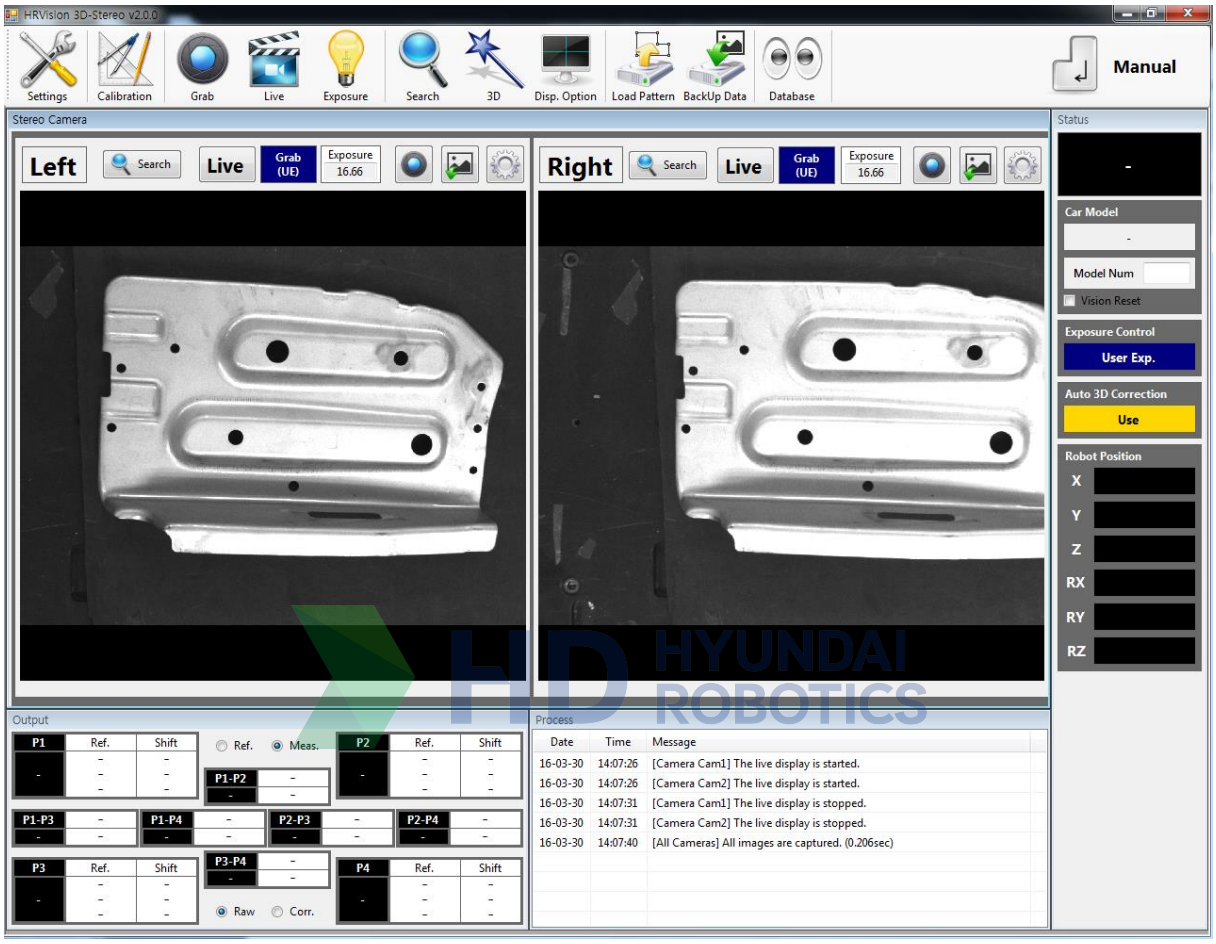
“Settings → Camera”을 클릭하면 다음의 다이얼로그가 생성됩니다. 공정의 환경에 맞게 카메라 타입을 설정한 후 저장하십시오.



“Settings → Camera” 메뉴를 클릭하여 설치된 카메라 타입 및 노출 등을 설정합니다.



조작버튼의 “Grab”, “Live”버튼을 클릭하여 영상이 정상적으로 획득되는지 확인하십시오.



작업물과 카메라의 거리, 주위 환경에 맞게 렌즈의 초점 및 조리개를 설정하십시오.
카메라에 유격이 발생하지 않도록 고정하고, 렌즈의 초점 링과 조개리 링도 확인해 주십시오.
비전 설치가 완료된 후, 주변 장비가 동작할 때에도 영상이 제대로 획득되는지 확인 하십시오.
영상에서 노이즈가 발생하면 카메라, 케이블 등의 절연상태를 확인하십시오.

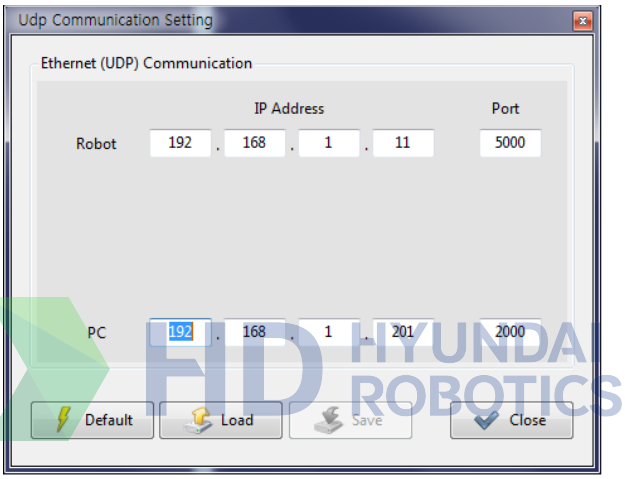
4.3. 로봇과 비전의 통신 설정

4.3.1. HRVision 3D-Stereo 통신 설정

영상 획득이 완료 되었으면, “HRVision 3D-Stereo” 의 통신을 설정합니다.

“Settings → Communication” 을 클릭하여 공정 환경에 맞게 통신 방법 및 속성 등을 설정한 후 저장하십시오.

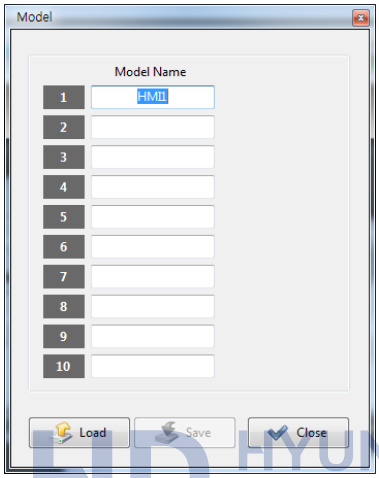
설정한 속성대로 비전 시스템이 로봇과 통신이 되는지 확인바랍니다.



4.4. 카메라 보정

4.4.1. 모델 설정

패턴 인식 결과 및 캘리브레이션 데이터는 모델별로 관리됩니다.
먼저, “Setting → Model” 메뉴를 클릭하여 모델명을 설정합니다.



4.4.2. 카메라 캘리브레이션 변수 설정

카메라(영상) 좌표계와 로봇 좌표계를 일치시키는 카메라 캘리브레이션을 수행합니다. 카메라 좌표계는 화소(Pixel) 단위의 좌표계를 사용하고, 로봇은 mm 단위의 좌표계를 사용합니다. 따라서, 카메라 좌표계에서 측정한 결과를 이용하여 로봇 좌표계에서 작업을 수행하기 위해서는 카메라 좌표계의 결과를 로봇 좌표계로 변환하는 과정이 필요합니다. 이를 카메라 캘리브레이션이라고 하며, HRVision 3D-Stereo 에서는 3.2.1 에서 설명한 보정판을 이용하여 카메라 캘리브레이션을 수행합니다.

4.4.2.1. 보정판 배치

먼저 렌즈 사양, 작업 대상물의 배치, 패턴 인식의 정확도 등을 고려하여 카메라와 작업대상물간의 거리(영상획득 위치)를 설정합니다.

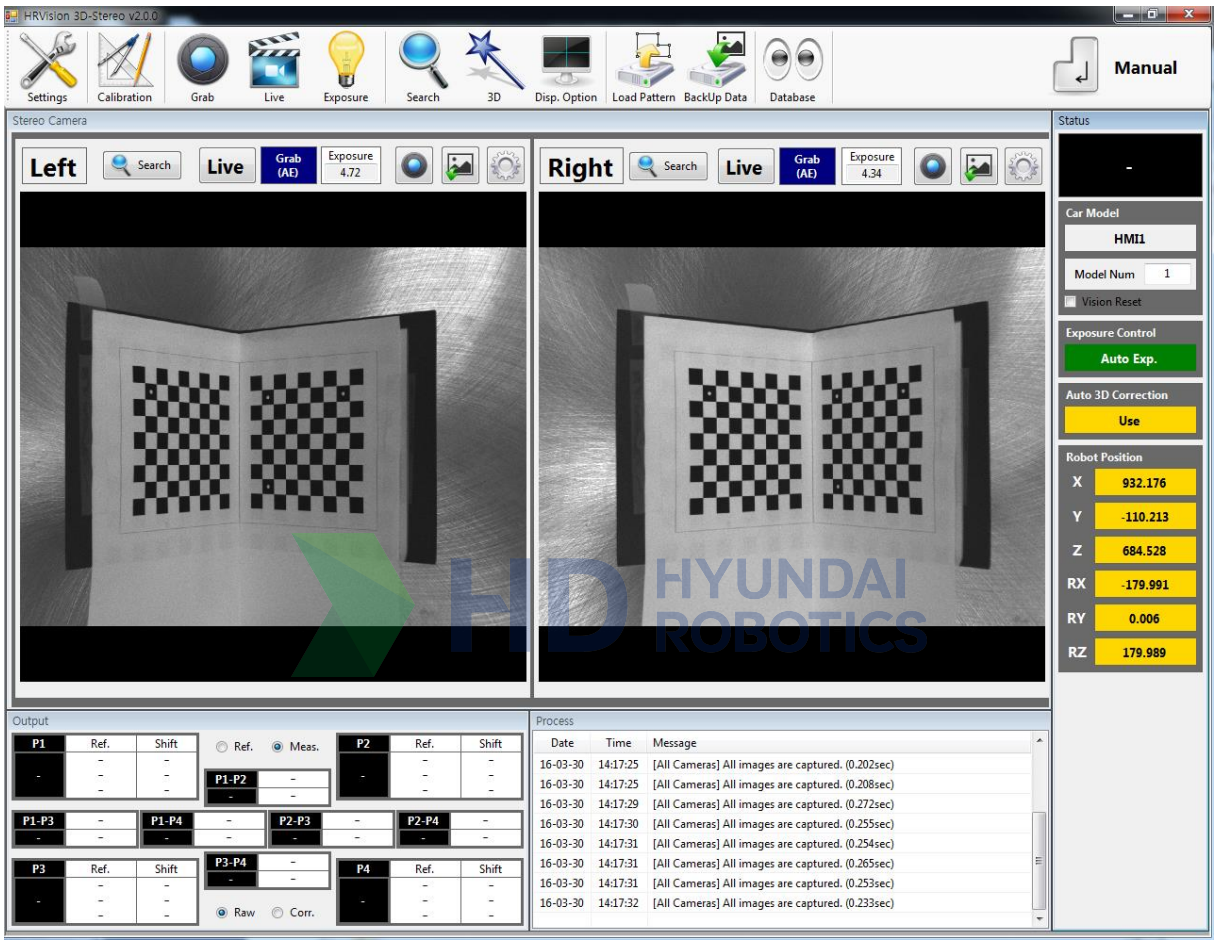
보정판을 작업 대상물이 놓여질 위치에 배치합니다. 생산 단계에서 자동 캘리브레이션 기능을 사용할 경우에는 현재 설치된 보정판의 움직임이 없이 항상 고정되어 있어야만 합니다.

4.4.2.2. 보정점 교시

로봇의 툴끝에 침봉을 부착하고, 보정판의 4 개의 보정점을 교시합니다.
이때 로봇의 툴번호는 부착한 침봉의 툴 번호를 입력하십시오.
각 보정점의 위치는 공통좌표계기준으로 로봇 작업프로그램에 기록합니다.

4.4.2.3. 보정판 영상 획득

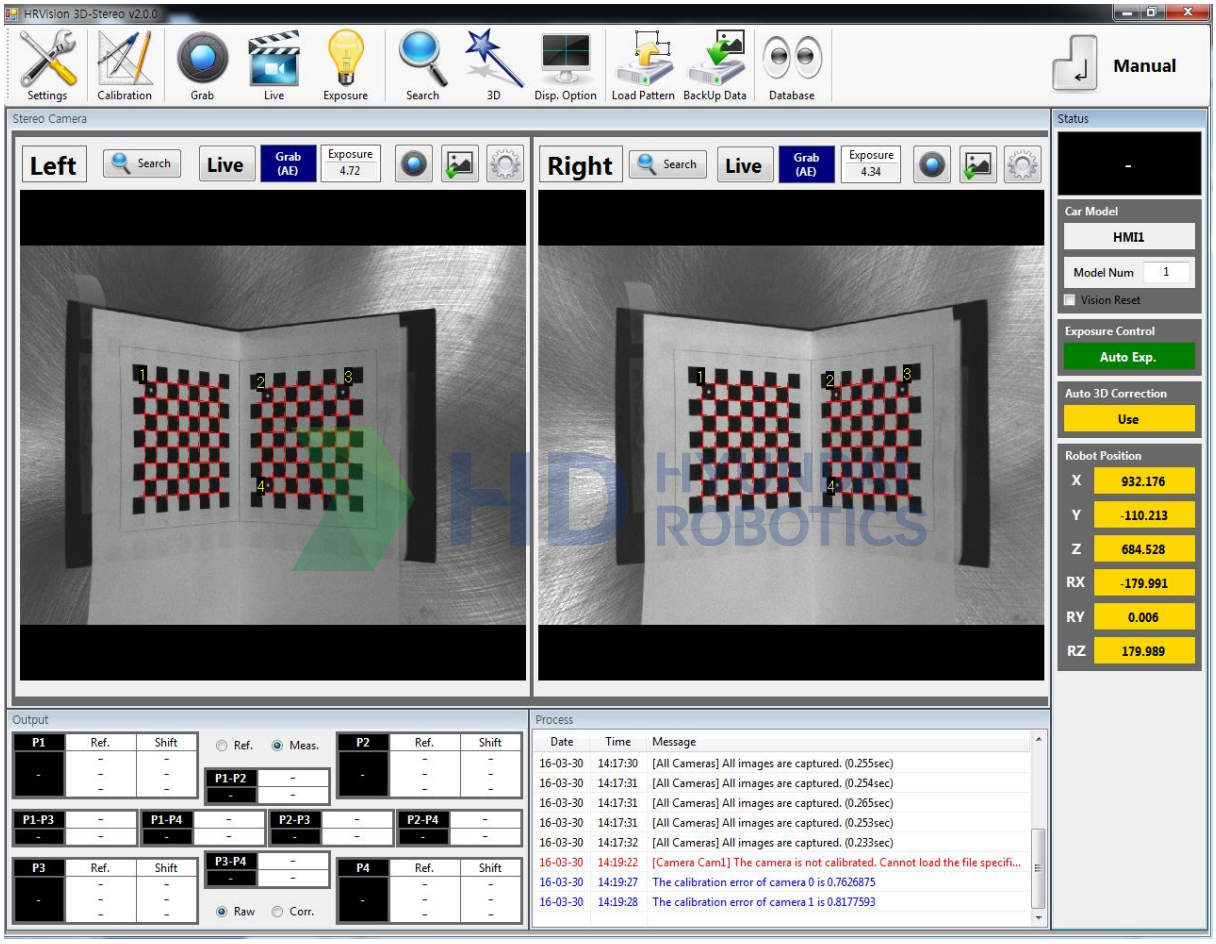
"Grab"버튼을 클릭하여 보정판을 포함하는 영상을 획득합니다.



4.4.2.4. 스테레오 카메라 캘리브레이션 수행

조작버튼의 “Calibration → Automatic Calibration”메뉴를 클릭하여 카메라 캘리브레이션을 실행합니다.

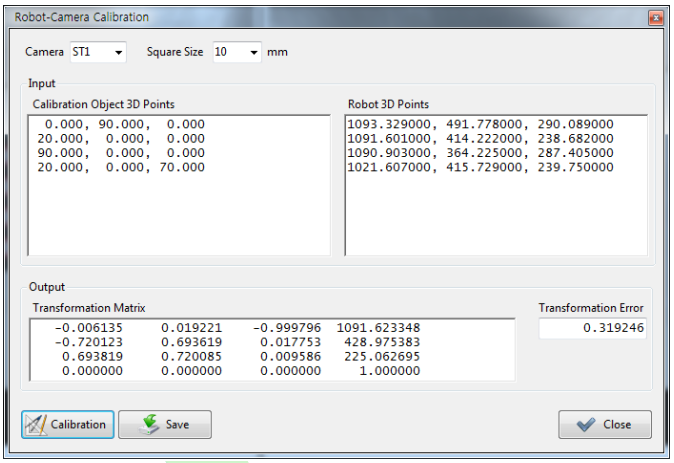
좌/우 영상에 대하여 3.2.1 에서 설명한 스테레오 카메라 캘리브레이션 기능에 따라 영상에서의 코너점을 획득합니다. 자세한 내용은 “3.2.1 스테레오 카메라 캘리브레이션 기능”을 참고하시기 바랍니다.

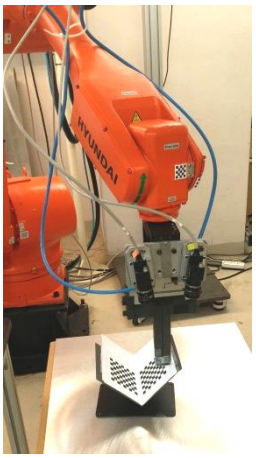


“Automatic Calibration” 기능은 좌/우 영상에서 코너점이 모두 추출되면, “P Matrix” 버튼을 클릭하여 투영행렬을 계산하고, 투영행렬을 저장합니다. 캘리브레이션 데이터는 “C:₩HRVision Stereo₩Cal” 폴더에 “P1L.txt, P1R.txt”로 저장됩니다.

4.4.2.5. 로봇-카메라 캘리브레이션 수행

HRVision 3D-Stereo 조작버튼에서 “Calibration → Robot-Camera Calibration” 메뉴를 클릭하여 로봇-카메라 보정작업을 수행합니다. 로봇 번호와 보정판 사각형 크기를 선택하면 보정판 좌표계 기준으로 네 점이 나오는데, 이 점을 로봇으로 교시하면 됩니다.

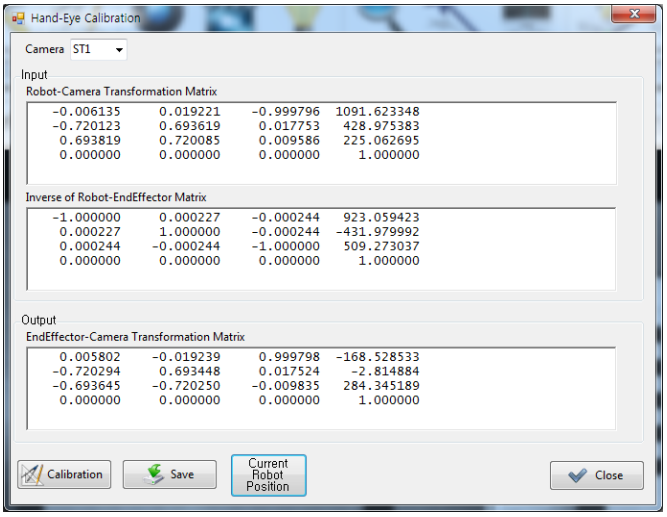




교시점은 오른쪽 공간에 X, Y, Z 순으로 세점을 넣은 후 Calibration 을 누르면 변환 행렬과 변환 오차가 표시됩니다. 에러가 1mm 이상인 경우에는 보정작업이 잘못된 것이므로, 카메라 캘리브레이션 작업을 다시 수행 합니다. 오차가 1mm 이하 일 경우에는 Save 버튼을 클릭하여 변환행렬을 저장합니다.

4.4.2.6. 핸드아이 캘리브레이션 수행

HRVision 3D-Stereo 조작버튼에서 “Calibration → Hand-Eye Calibration” 메뉴를 클릭하여 로봇 끝단-카메라 보정작업을 수행합니다. 카메라 번호를 입력한 후, 통신으로 현재 로봇 위치를 수신하고 “Current Robot Position” 버튼을 클릭합니다. “Inverse of Robot-EndEffector Matrix” 항목이 입력된 것을 확인 한 후, “Calibration” 버튼을 클릭하고 “Save”버튼을 클릭하여 변환행렬을 저장합니다.

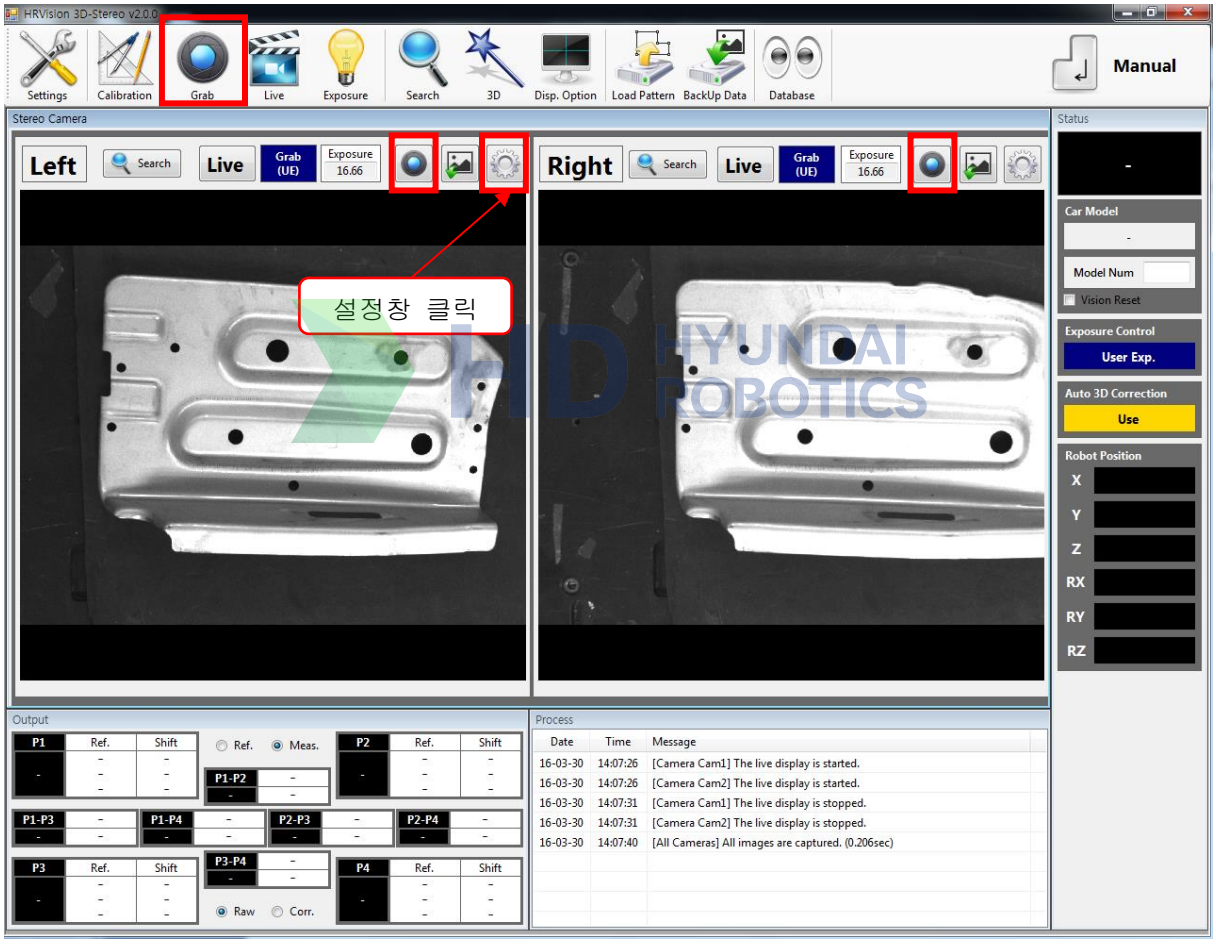


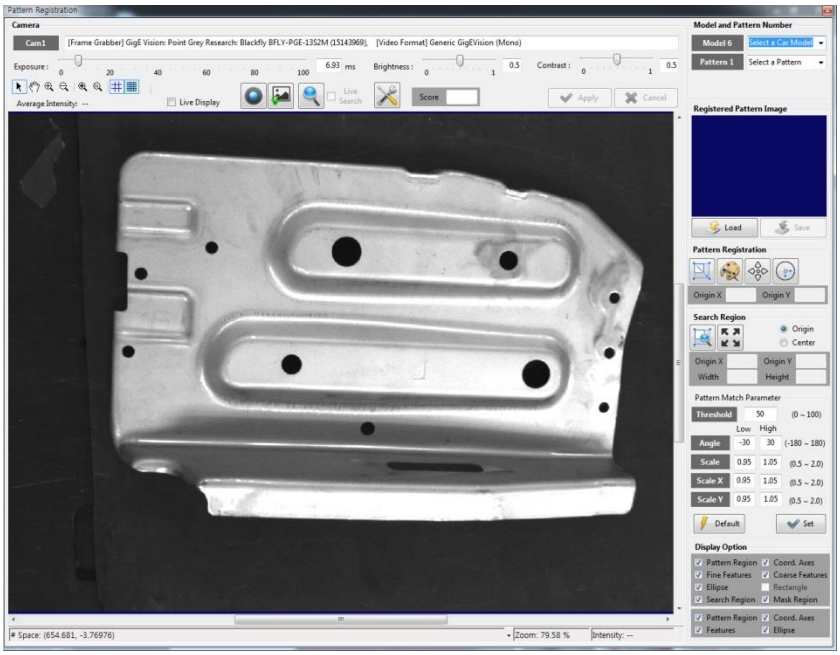
4.5. 모델 패턴 등록 및 패턴 인식 테스트

패턴인식을 위한 모델 패턴을 등록하고, 패턴 인식 테스트를 수행합니다.

4.5.1. 영상획득

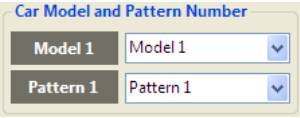
작업물에서 패턴으로 등록할 특징점을 선정한 후, 메뉴창 혹은 영상창에서 “Grab” 버튼을 클릭합니다.
“패턴 등록”버튼을 클릭하면 패턴 등록 작업을 위한 “Pattern Registration”창이 생성됩니다.



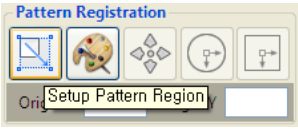

Pattern Registration
Camera
Cam1
[Frame Grabber] GigE Vision: Point Grey Research: Blackfly BFLY-PGE-13S2M (15143969), [Video Format] Generic GigEVision (Mono)
Exposure :
6.93 ms
Brightness :
Contrast :
Average Intensity: --
Live Display
Live Search
Score
Apply
Cancel
Model and Pattern Number
Model 6
Select a Car Model
Pattern 1
Select a Pattern
Registered Pattern Image
Load
Save
Pattern Registration
Origin X
Origin Y
Search Region
Origin
Center
Width
Height
Pattern Match Parameter
Threshold
50
(0 ~ 100)
Low
High
Angle
-30
30
(-180 ~ 180)
Scale
0.95
1.05
(0.5 ~ 2.0)
Scale X
Scale Y
Default
Set
Display Option
Pattern Region
Coord. Axes
Fine Features
Coarse Features
Ellipse
Rectangle
Search Region
Mask Region
Features
Space: (654.681, -3.76976)
Zoom: 79.58 %
Intensity: --

4.5.2. 패턴 등록

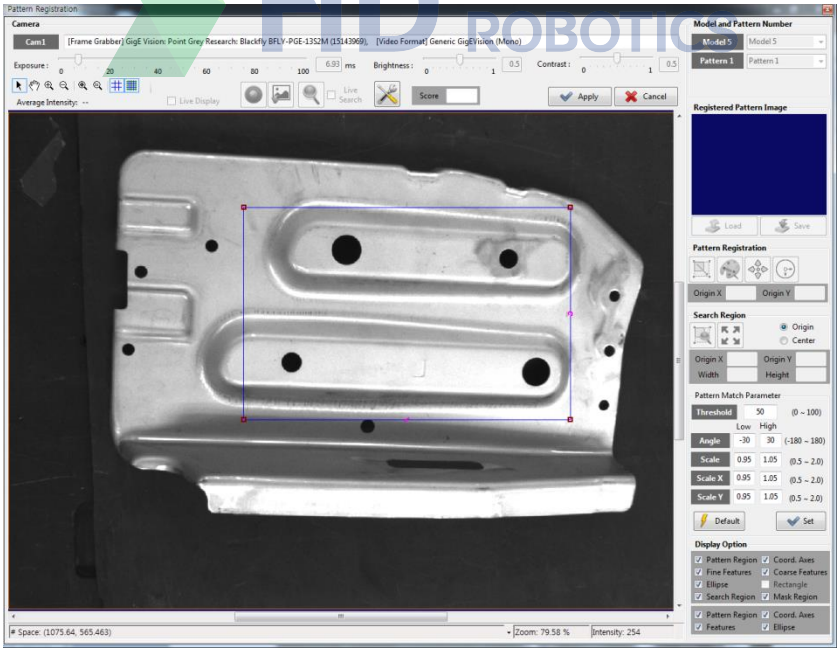
차종(Car Model)과 패턴 번호(Pattern Number)를 선택합니다. 패턴 번호는 같은 차종에 여러 종류의 패턴을 등록하고 싶을 때 사용하며, 이 때 패턴의 원점은 같아야 합니다. 일반적으로는 한 차종에 한 개의 패턴만 등록하므로 “Pattern 1”을 선택합니다.



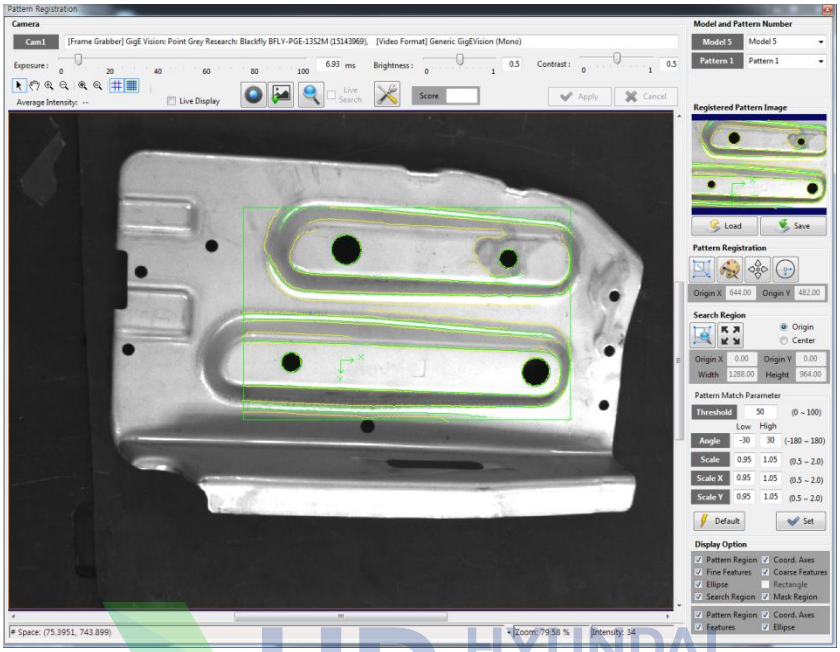
“Setup Pattern Region” 버튼을 클릭하면, 영상 가운데에 패턴 영역을 설정할 수 있는 사각형이 나타납니다.



패턴을 추출하고자 하는 영역에 맞게 패턴 영역 설정 사각형의 크기와 위치를 변경합니다. 패턴은 각 모델별로 쉽게 구분할 수 있는 특징이어야 하며, 카메라의 시각 영역 (FOV), 작업에 요구되는 정확도 등을 고려하여 선정합니다.

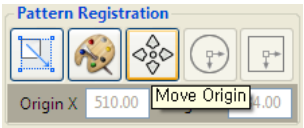


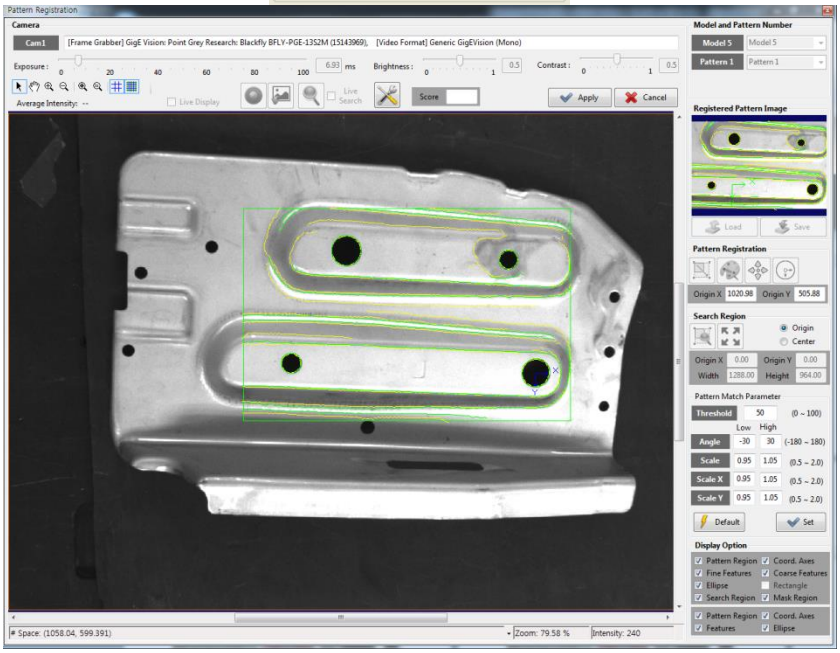
“Apply”버튼을 눌러, 사각형 내의 패턴을 추출합니다.



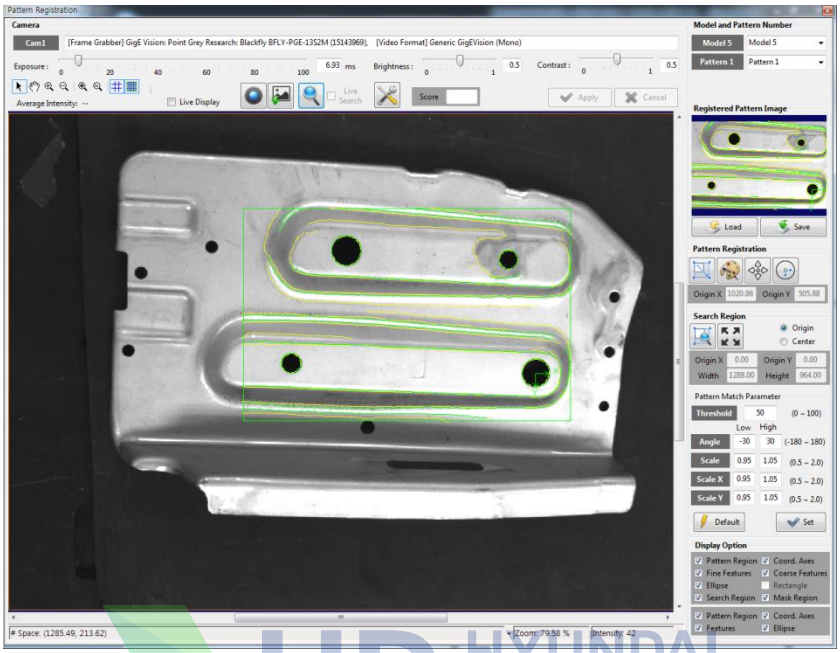
HD HYUNDAI ROBOTICS

패턴의 원점이 임의의 위치에 있으므로 원하는 위치로 변경해야 합니다. “Move Origin” 버튼을 누르면, 좌표축을 이동할 수 있는 상태가 됩니다.

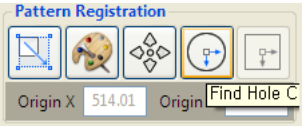




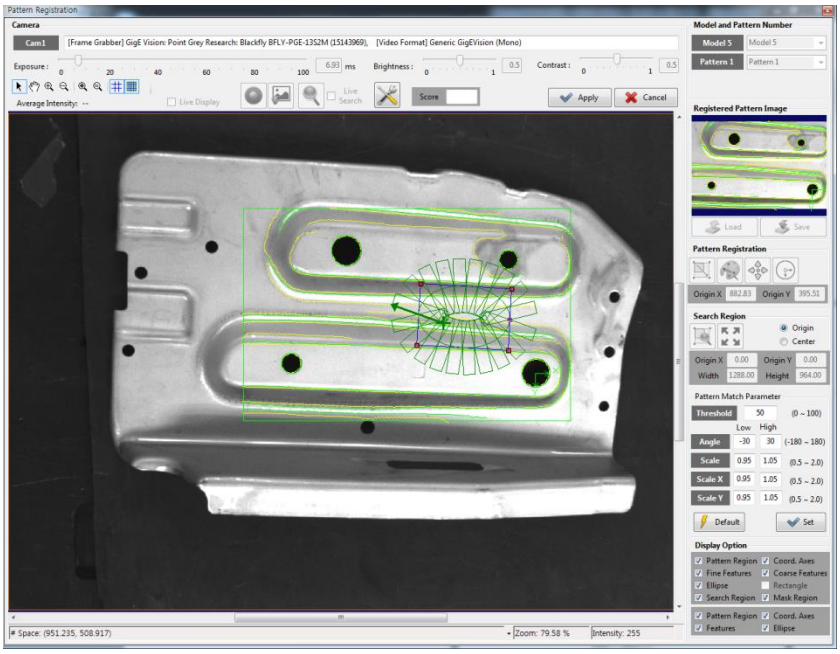
원점으로 등록하고자 하는 홀을 정한 후, 좌표축을 이동시키고, “Apply” 버튼을 누릅니다.



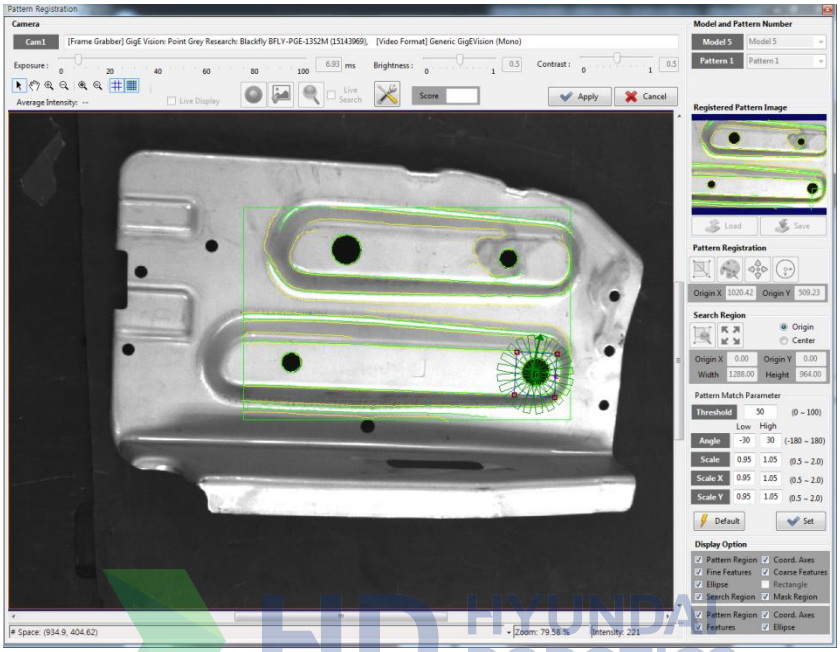
홀의 중심을 정확히 찾기 위해 “Find Hole Center” 버튼을 누릅니다.



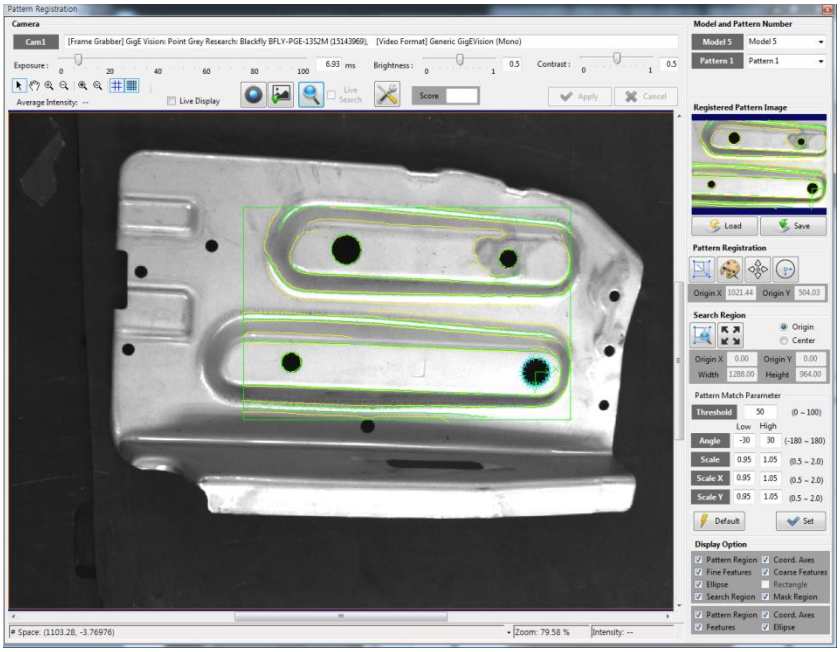
홀 주변에 타원 검출을 위한 캘리퍼(Caliper)가 나타납니다.


Pattern Registration
Camera
Cam1
[Frame Grabber] GigE Vision: Point Grey Research: Blackfly BFLY-PGE-13S2M (15143969), [Video Format] Generic GigEVision (Mono)
Exposure :
Brightness :
Contrast :
Average Intensity: --
Live Display
Live Search
Score
Apply
Cancel
Model and Pattern Number
Model 5
Pattern 1
Registered Pattern Image
Load
Save
Pattern Registration
Origin X
Origin Y
Search Region
Origin
Center
Width
Height
Pattern Match Parameter
Threshold
Low
High
Angle
Scale
Scale X
Scale Y
Default
Set
Display Option
Pattern Region
Coord. Axes
Fine Features
Coarse Features
Ellipse
Rectangle
Search Region
Mask Region
Features
Space: (951.235, 508.917)
Zoom: 79.58 %
Intensity: 255

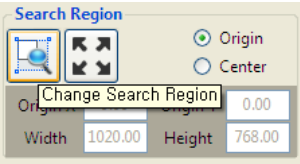
마우스 휠을 돌려 화면을 확대합니다. 캘리퍼의 위치가 홀 주위에 위치하였는지 확인합니다. 만약 캘리퍼의 위치가 홀 주위에 있지 않으면, 사용자가 캘리퍼의 모양을 변경합니다.



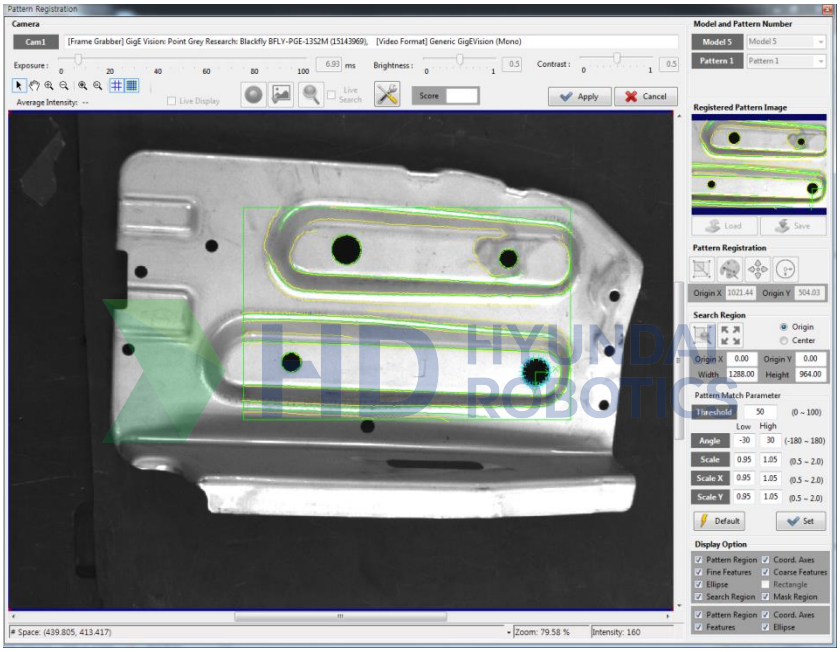
"Apply" 버튼을 누르면, 타원의 중심이 추출이 되고, 타원 검출에 사용된 점이 "+"로 표시됩니다.



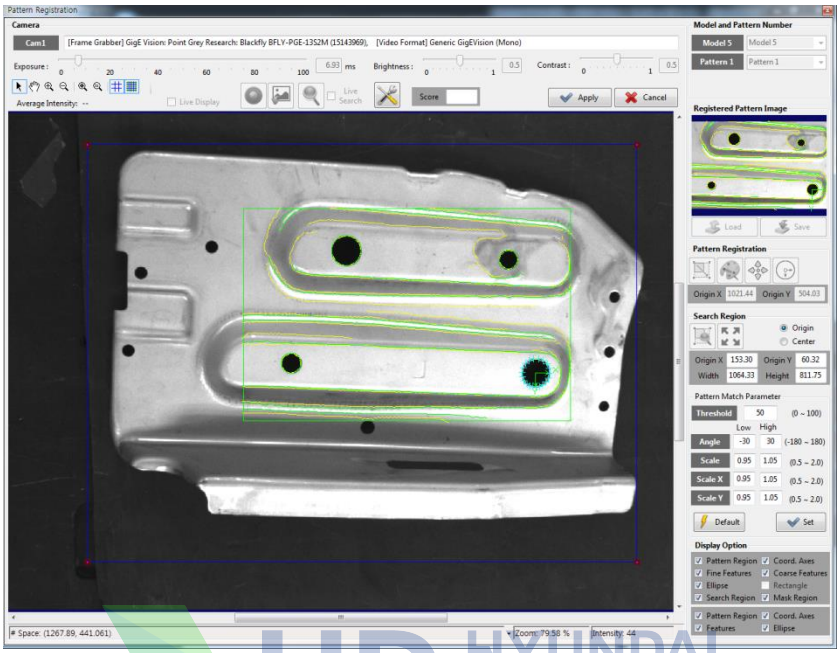
초기의 패턴 탐색 영역은 영상 전체이며, 탐색 영역을 변경하려면 “Change Search Region”을 누릅니다.



패턴 탐색 영역이 변경할 수 있는 상태가 됩니다.

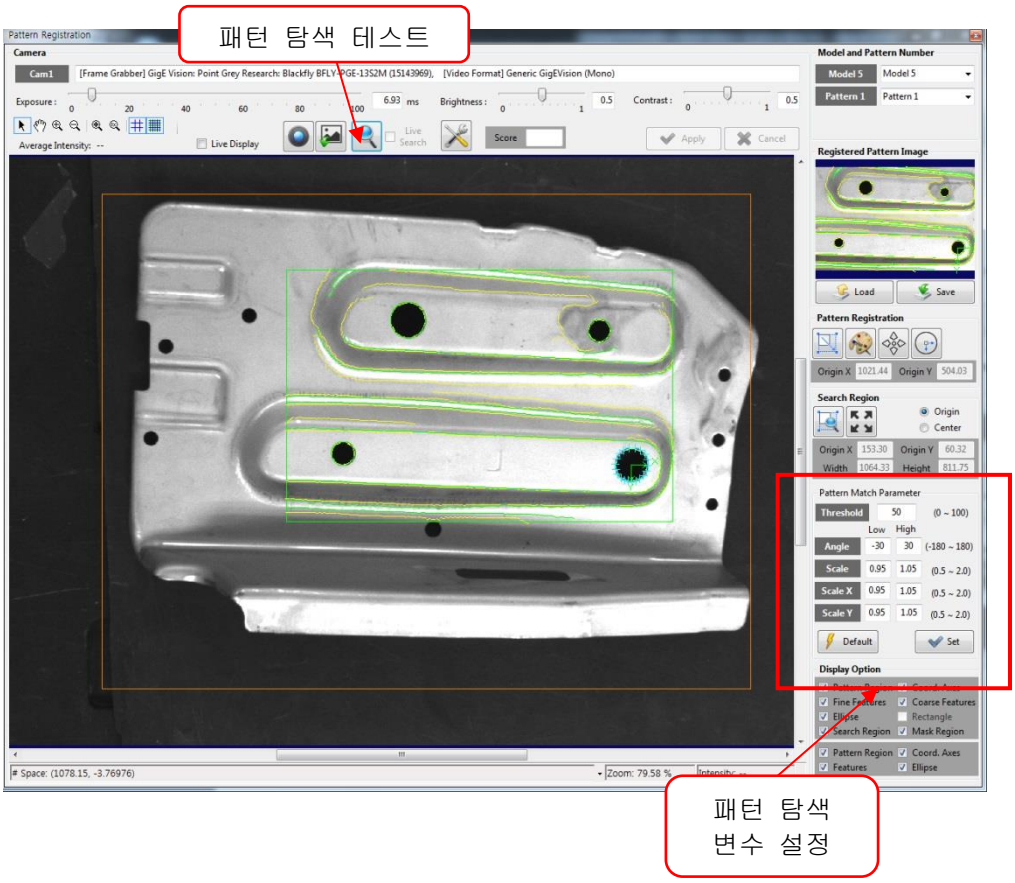


패턴 탐색 영역을 변경합니다.



HD HYUNDAI ROBOTICS

"Apply"버튼을 누르면 패턴 탐색 영역이 설정됩니다.

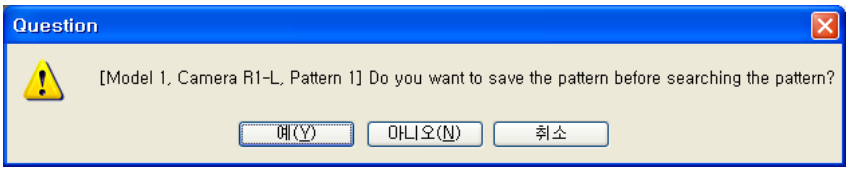


HD HYUNDAI ROBOTICS

패턴 검출 임계 값 등 설정을 하려면 “Advanced Setting” 버튼을 눌러 설정합니다.

패턴 설정이 끝나면 “Save”버튼을 눌러 패턴을 등록합니다. 그리고 등록된 패턴이 잘 탐색되는지 “Search Pattern” 버튼을 눌러 확인합니다.

만약 패턴을 등록하지 않으면 아래와 같은 메시지 창이 나옵니다.



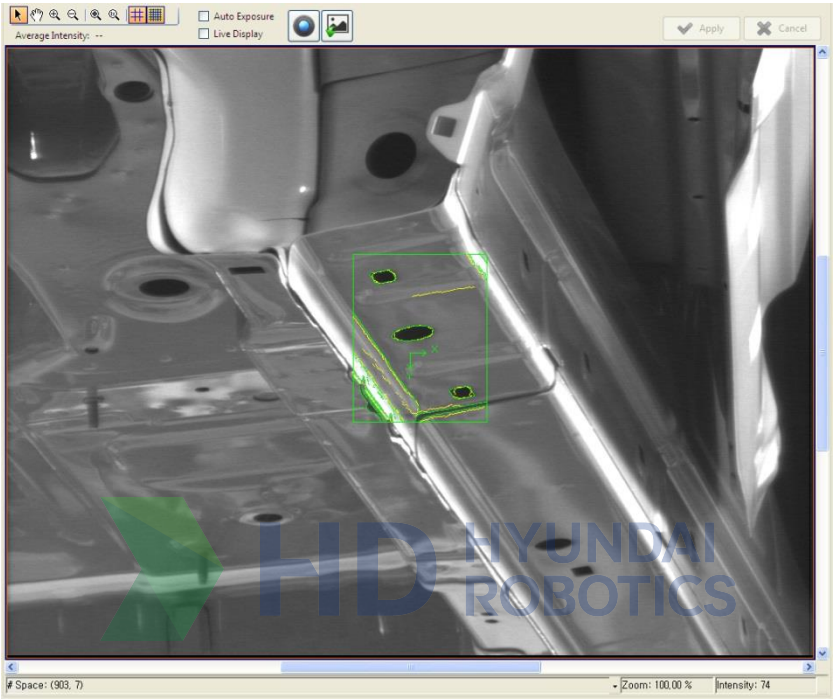
마찬가지로 4 개의 패턴에 대하여 “패턴 등록” 작업을 수행합니다.

왼쪽 카메라에 대한 패턴 등록 작업이 완료 되었다면, 오른쪽 카메라에 대한 패턴 등록 작업을 동일하게 수행합니다.

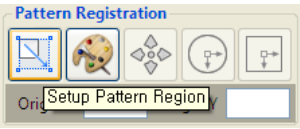
HD HYUNDAI ROBOTICS

4.5.2.1. 기타 : 패턴 마스크 설정 방법

패턴 등록이 정상적으로 되었다면, 탐색된 패턴이 화면에 표시됩니다.

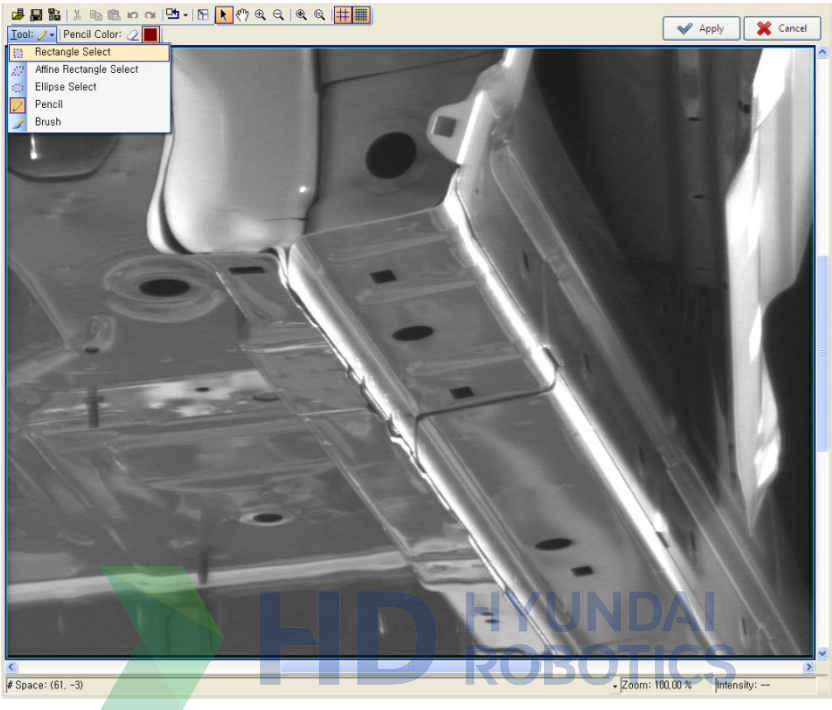


원하지 않는 특징들을 제거하기 위해"Mask Image" 버튼을 누릅니다.

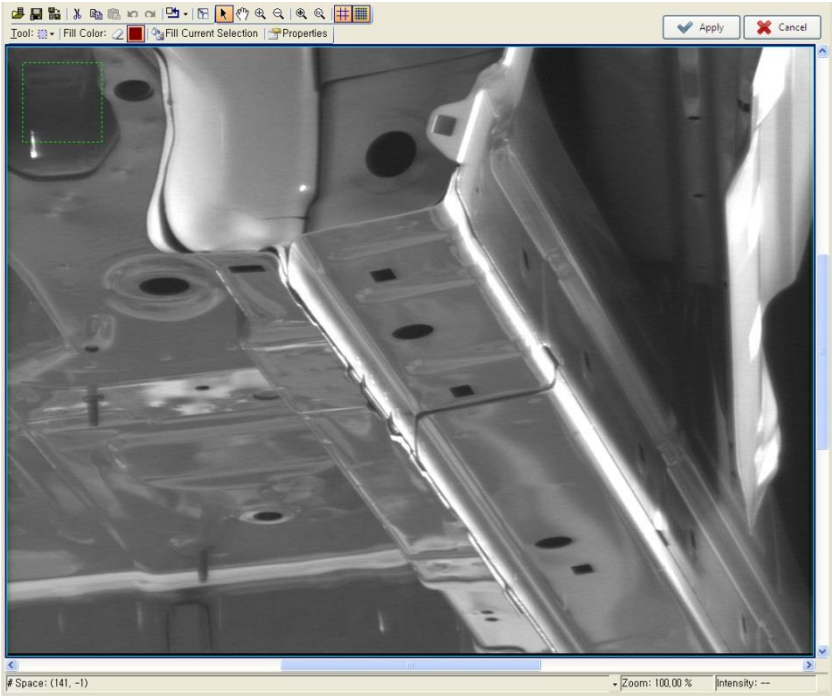


마스크(Mask)를 설정할 수 있는 메뉴들로 변경됩니다.

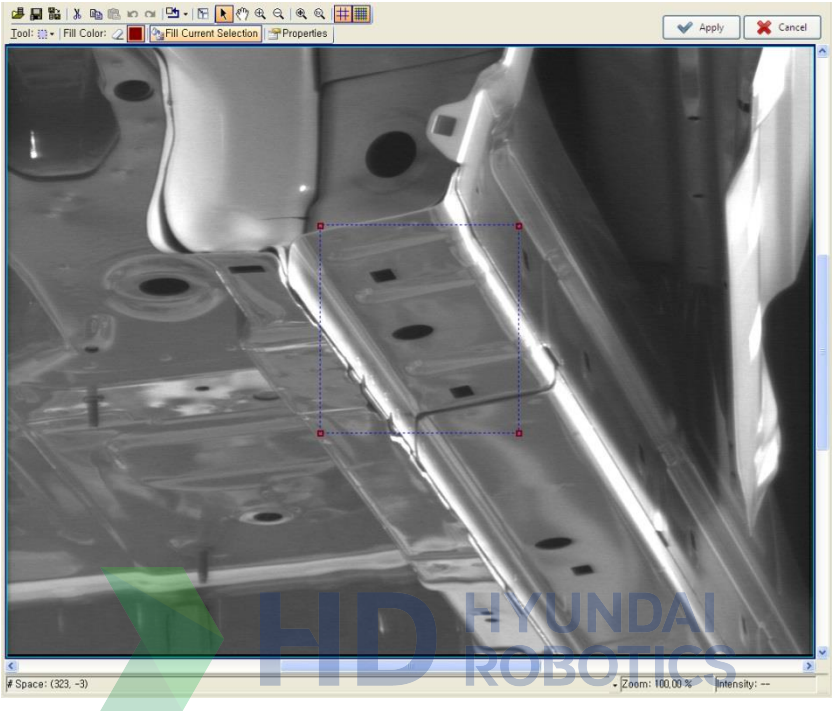
마스크 영역을 설정하기 위해 “Tool”메뉴의 “Rectangle Select”, “Affine Rectangle Select”, “Ellipse Select” 중 하나를 선택합니다. 일반적으로 “Rectangle Select”만으로도 충분하나 필요에 따라 다른 모양을 선택하셔도 됩니다.



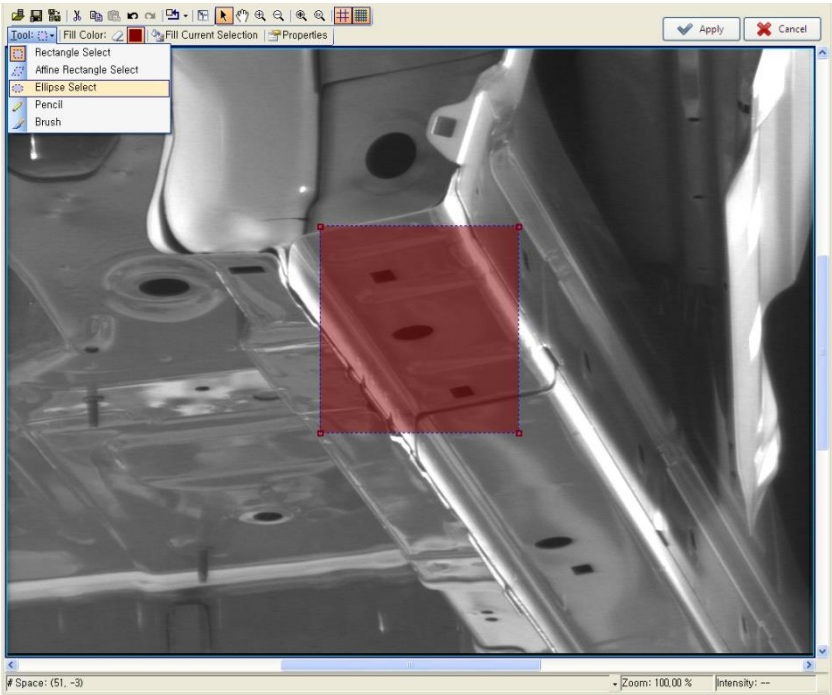
영상 왼쪽 위에 마스크 영역을 설정하기 위한 도형이 나타납니다. “Rectangle Select”나 “Affine Rectangle Select”을 선택한 경우에는 아래와 같은 사각형이, “Ellipse Select”를 선택한 경우 원이 나타납니다.



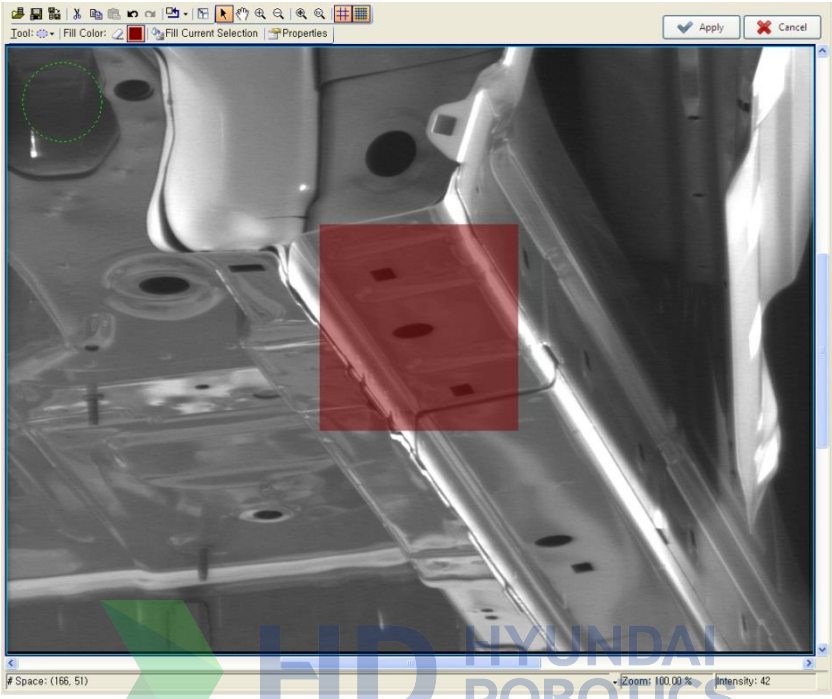
마스크로 지정하고자 하는 영역에 맞게 마스크 설정 사각형의 크기와 위치를 변경하고, “Fill Current Selection” 버튼을 누릅니다.



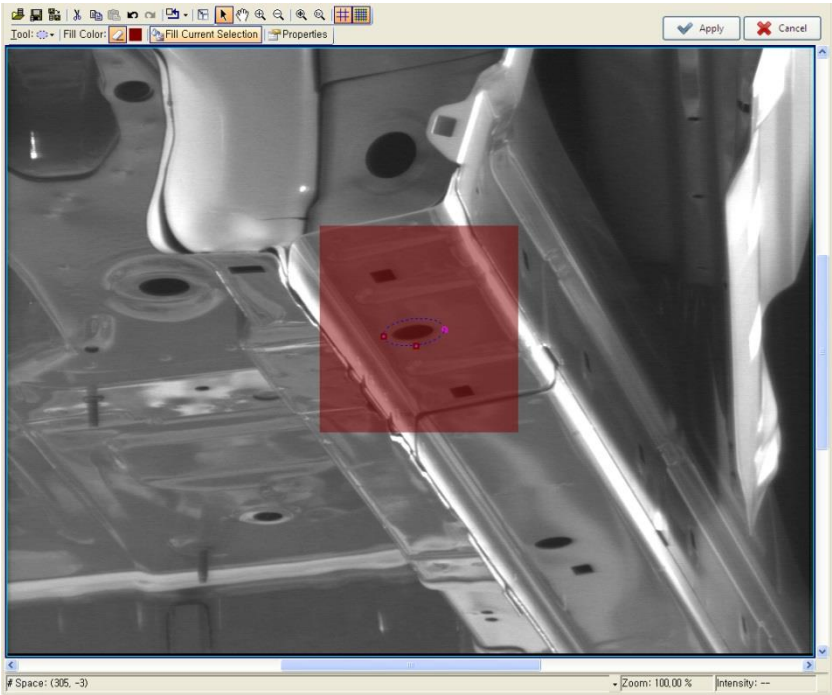
패턴으로 추출하고자 하는 부분까지 모두 마스크로 채워지므로, 다시 “Tool”에서 Rectangle Select”, “Affine Rectangle Select”, “Ellipse Select” 중 하나를 선택하여, 패턴으로 추출하고자 하는 영역을 마스크에서 제외합니다.



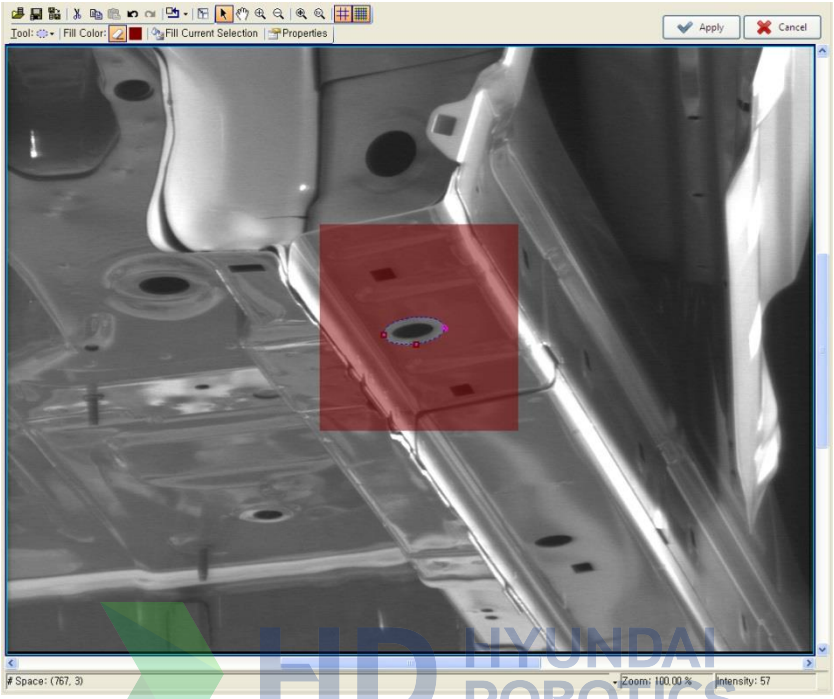
"Ellipse Select"를 선택하면 아래와 같이 영상 왼쪽 위에 원이 나타납니다.



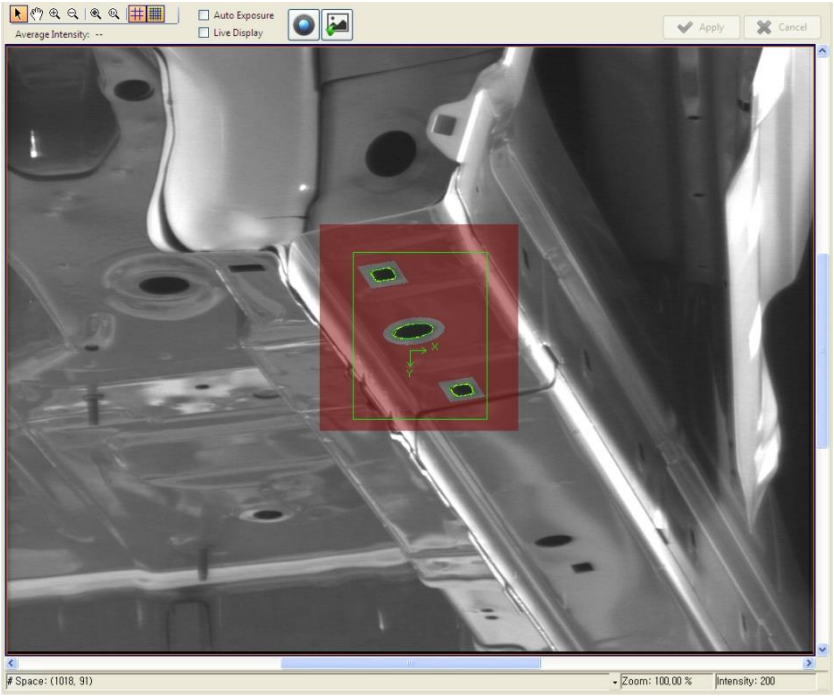
마스크에서 제거하고자 하는 영역으로 원을 이동합니다. 메뉴에서 지우개 ("Care (unmasked) pixel color")를 선택하고 "Fill Current Selection"버튼을 누릅니다.



설정한 영역은 아래와 같이 마스크에서 제거됩니다.



만약 다른 모양으로 마스크 영역을 제거하려면 “Tool”에서 “Rectangle Select”, “Affine Rectangle Select”, “Ellipse Select” 중 하나를 선택하여, 마스크 영역 제거 과정을 반복합니다. 마스크 영역 제거 작업이 끝났으면 “Apply” 버튼을 누릅니다.

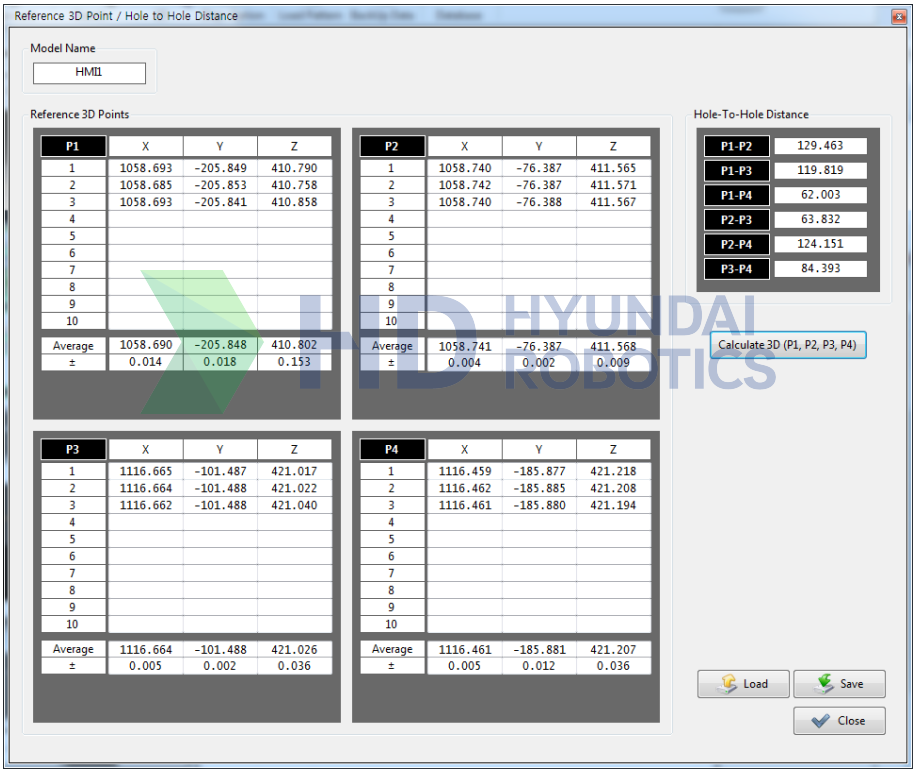


4.5.3. 패턴 인식 및 3 차원 위치 측정 테스트

등록된 특정 패턴에 대한 패턴 인식 및 3 차원 위치 측정 작업을 수행합니다.
“영상창의 3D”버튼 혹은“조작버튼”의 “Search”, “3D” 버튼을 클릭합니다. 영상 창에 패턴 인식 영역 및 인식 결과가 표시됩니다. 패턴 인식 결과를 검토하여, 패턴을 수정/추가하여 최적 패턴 모델들을 설정하십시오.

4.6. 기준점 등록

각 스테레오 카메라 별로 3 차원 위치 측정이 모두 완료되었다면, 측정된 점들을 기준점으로 등록합니다. 조작버튼의 “Settings → Reference Point” 메뉴를 클릭합니다.“Car Model” 패널에서 차종을 선택하고, 각 로봇에 대응하는 카메라의 3D 버튼을 누릅니다. 예를 들어, 로봇 L1 에 대응하는 카메라에서 측정한 3 차원 위치를 얻으려면 “3D (L1)” 버튼을 누릅니다. 버튼을 누를 때마다 측정한 3 차원의 평균 위치와 정밀도가 계산됩니다. 기준 차체 위치의 정확도를 높이려면 10 번 측정을 권장합니다. 정밀도는 다양한 요인에 의해 영향을 받으므로, ±값이 크면 외부 조명, 카메라 조리개, 케이블, 등록된 패턴 등을 다시 한번 점검해 보시기 바랍니다. 상기의 과정을 각 L2, R1, R2 로봇에 반복하여 수행합니다. “Save”버튼을 누르면 기준 차체로 저장됩니다.



P1	X	Y	Z
1	1058.693	-205.849	410.790
2	1058.685	-205.853	410.758
3	1058.693	-205.841	410.858
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Average	1058.690	-205.848	410.802
±	0.014	0.018	0.153

P2	X	Y	Z
1	1058.740	-76.387	411.565
2	1058.742	-76.387	411.571
3	1058.740	-76.388	411.567
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Average	1058.741	-76.387	411.568
±	0.004	0.002	0.009

P3	X	Y	Z
1	1116.665	-101.487	421.017
2	1116.664	-101.488	421.022
3	1116.662	-101.488	421.040
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Average	1116.664	-101.488	421.026
±	0.005	0.002	0.036

P4	X	Y	Z
1	1116.459	-185.877	421.218
2	1116.462	-185.885	421.208
3	1116.461	-185.880	421.194
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Average	1116.461	-185.881	421.207
±	0.005	0.012	0.036

Hole-To-Hole Distance	
P1-P2	129.463
P1-P3	119.819
P1-P4	62.003
P2-P3	63.832
P2-P4	124.151
P3-P4	84.393

4.7. 작업물 좌표계 생성 및 작업점 교시/변환

기준점 등록이 완료되었다면, 시리얼 혹은 이더넷 통신으로 기준점의 위치를 로봇 제어기가 수신하여 작업물 좌표계를 생성합니다.

작업자는 현대 로봇을 교시하여 작업할 위치를 작업물 좌표계 기준으로 로봇 작업프로그램에 기록합니다.

만약 사전에 베이스 좌표계 혹은 엔코더 좌표계 기준으로 교시한 작업점이 있다면, Hi5a 제어기의 기록 좌표계 변환 기능을 이용하여 로봇 작업프로그램의 좌표계를 생성된 작업물 좌표계 기준으로 변경합니다.

상세한 내용은 당사 제공 샘플 작업프로그램을 참고바랍니다.

4.8. 자동 운전

모든 설정이 완료 되었으면, HRVision 3D-Stereo 을 자동으로 운전모드로 설정합니다.
조작버튼의 “Manual” 버튼을 클릭합니다. 이때, “Manual” 버튼은 “Auto” 버튼으로 변경되며, 다른 조작 버튼은 조작할 수 없게 됩니다.
HRVision 3D-Stereo 은 PLC 및 현대 로봇과의 통신을 통해서만 동작하게 됩니다.

GRC: 경기도 성남시 분당구 분당수서로 477
대구: 대구광역시 달성군 유가읍 테크노순환로 3 길 50
울산: 울산광역시 북구 매곡산업로 21 자동차조선기술관 201-5 호
중부: 충남 아산시 염치읍 송곡길 161
광주: 광주광역시 광산구 평동산단로 170-3 B 동 101 호
ARS 1588-9997 | 1 로봇영업 2 서비스영업 3 구매상담 4 고객지원 5 투자문의 6 채용 및 일반 문의
www.hyundai-robotics.com