

CAD Team Project

Automated Storage & Retrieval System



Team OCAD
2022020564 나태우
2022020437 심승환

INDEX

발표순서

- 목차1 주제선정
- 목차2 모델링 & ASSEMBLY 과정
- 목차3 DMU KINEMATIC 과정
- 목차4 문제점 및 한계점
- 목차5 제작영상 시청 및 Q&A





00 팀원 및 역할 소개

팀명: OACD!

>> OACDO와 CAD의 합성어 의미

- 심승환(2022020437)
 - ☆ 자료조사
 - ☆ Grid robot
 - ☆ Kinematics
 - ☆ ANIMATION
- 나태우(2022020564)
 - ☆ 자료조사
 - ☆ Bin & Product
 - ☆ Robot Arm
 - ☆ Rail Road
 - ☆ PPT & 영상제작
 - ☆ 반복작업

01 주제 선정 (Automated Storage & Retrieval system)

★CAD 이론 3D프린팅방식 수업 중 소개되었던 OCADO사에 관심

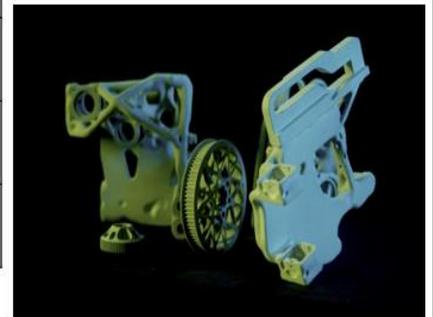
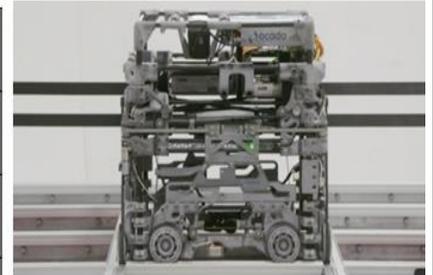
★OCADO사의 물류시스템이 로봇으로 구성되어 인간없이 체계적으로 돌아가는 점이 흥미로움



Ocado 600 Series Bot:

Additive-First Fulfillment Robot 혁신 사례

제조 방식	Additive First (3D 프린팅 중심 설계/생산)
3D 프린팅 비중	전체 부품의 50% 이상(약 300개 부품)
핵심 기술	HP Multi Jet Fusion, 토폴로지 최적화
무게	이전 모델 대비 최대 5배 경량화
에너지 효율	동일 생산성에서 에너지·냉방·운영비 대폭 절감
설치 및 유지보수	경량 그리드, 현장 부품 프린팅, 설치 기간 40% 단축
적용 효과	비용 절감, 빠른 확장성, 친환경성, 운영 효율성



01 주제 선정

(Automated Storage & Retrieval system)

★당사의 시스템을 모델로 삼아 좌표로 구성된 격자모양의 물류공간 전체를 구현 하는것이 프로젝트의 목표



02-1 모델링 과정 (steel bin)

☆ 실제 ocado에서 사용중인 bin의 규격

>> L 652mm x W 451mm x H 400mm.

☆ 실제 사용중 규격의 비율에 맞춰 가로길이를 200mm로 제작

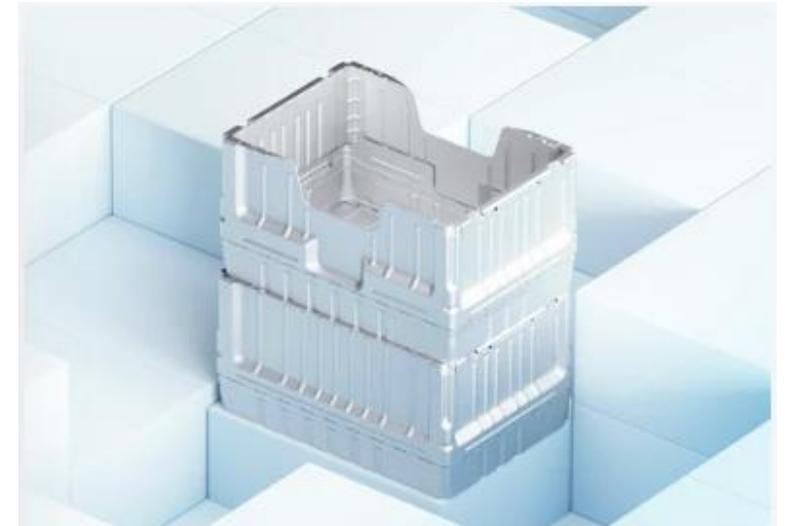
>> 200mm X 138.32mm X 122.68mm

☆ 모든 part design 모델링은 bin을 기준으로 제작.

☆ Bin 모델링 출처 (OCADO 홈페이지)

(Technology & Automation of Online Grocery and Beyond | Ocado Group)

☆ **직접 제작**



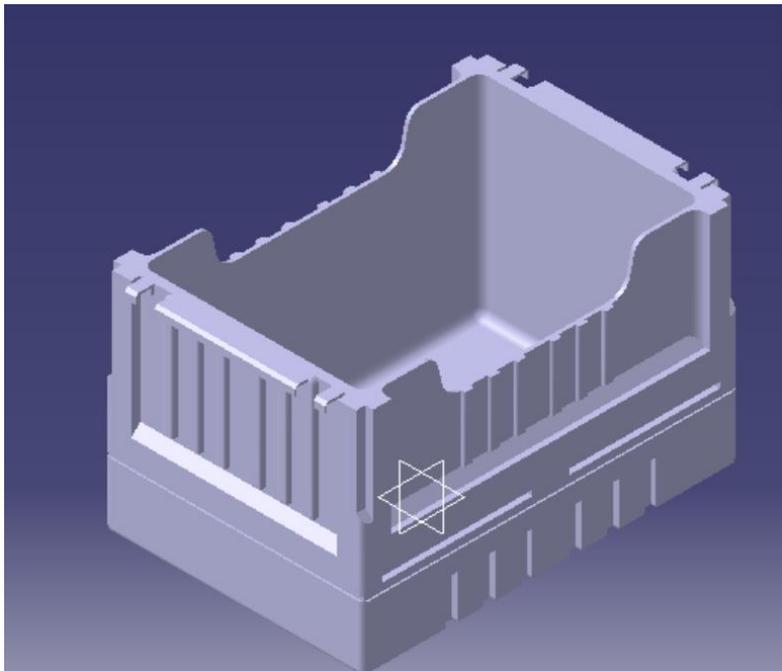
OSRS/Bin

Storage Bins

02-1 모델링 과정 (steel bin)

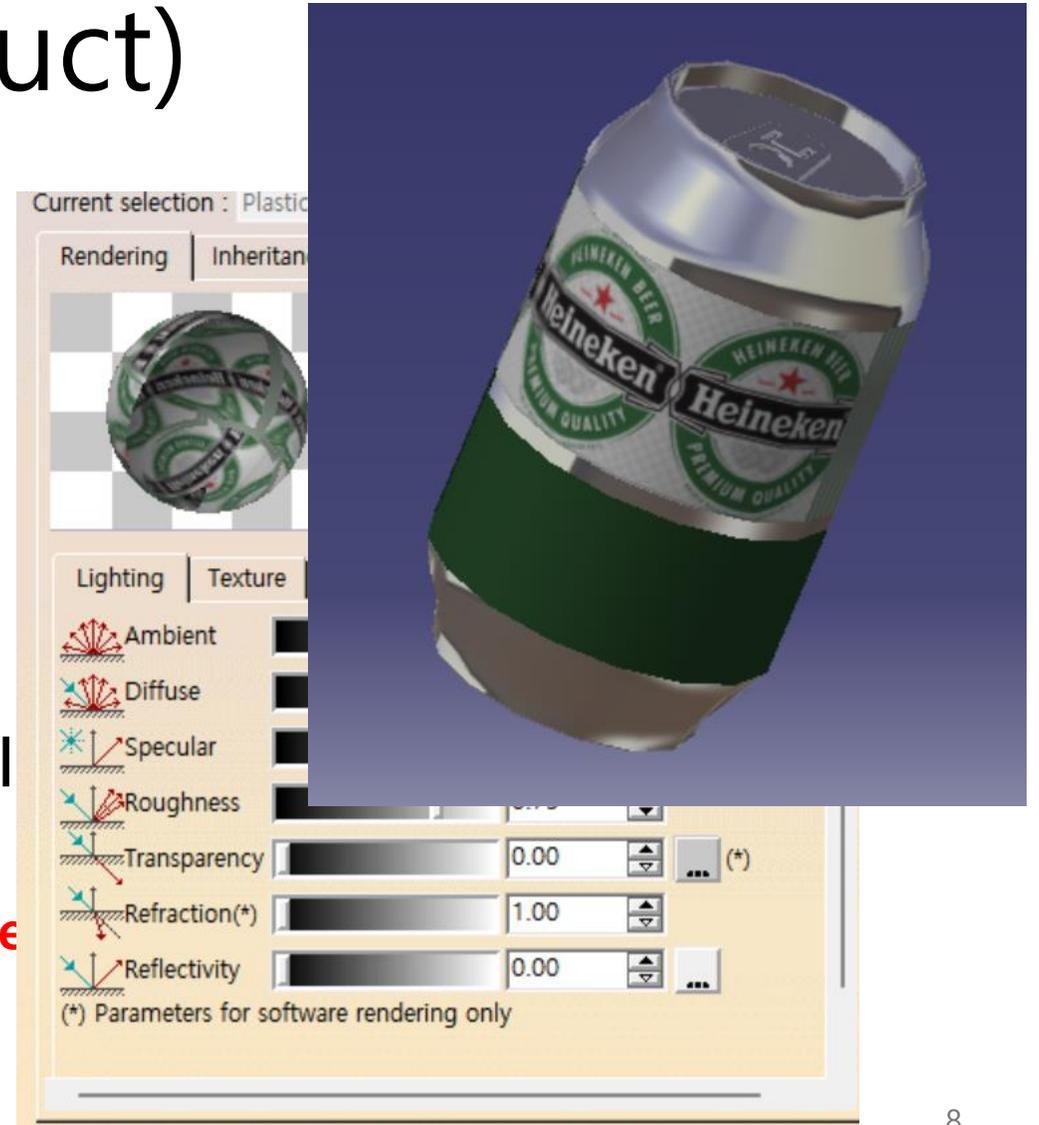
☆Part Design은 pad, pocket, shell, edge fillet, chamfer, boolean operation(Add기능) 사용해 지정한 규격에 맞춰 제작

☆Steel bin 내에 제품을 넣어서 사용



02-2 모델링 과정 (Product)

- ☆ Bin 내부에 들어갈 Product 제작
- ☆ 총 6개 제작
(맥주캔, 물통, 치약, 바나나, 스프레이)
- ☆ Bin scale에 맞추어 scale 조정 후 Material 작업
- ☆ 기본형상 제외한 추가적인 모델 Design은 직접 제작
- ☆ **Grab cad 플랫폼 통해서 모델링 (기본적인 형태 de**

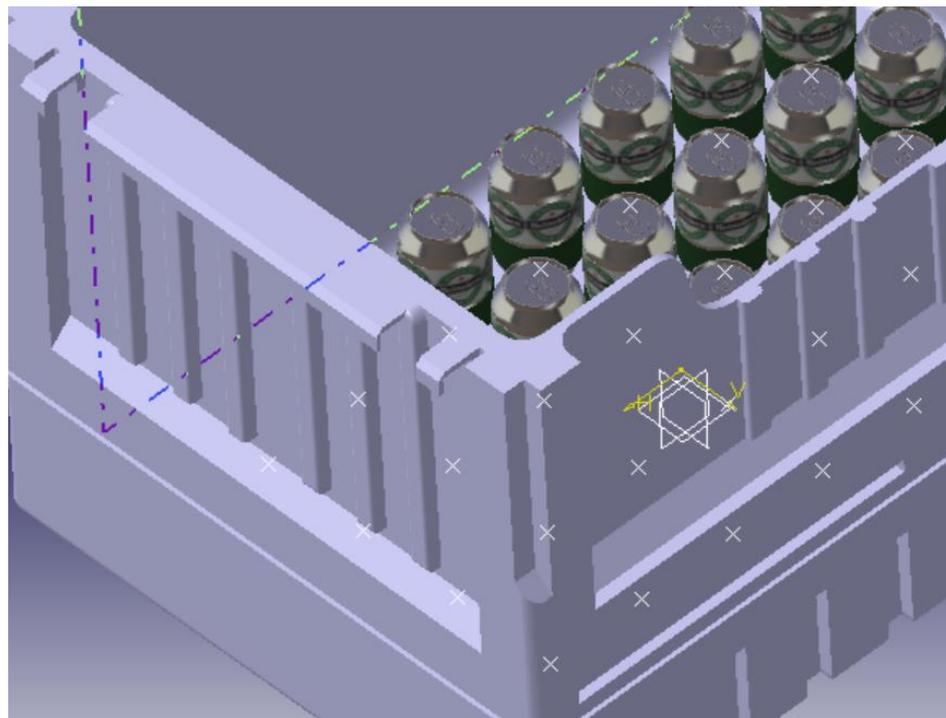
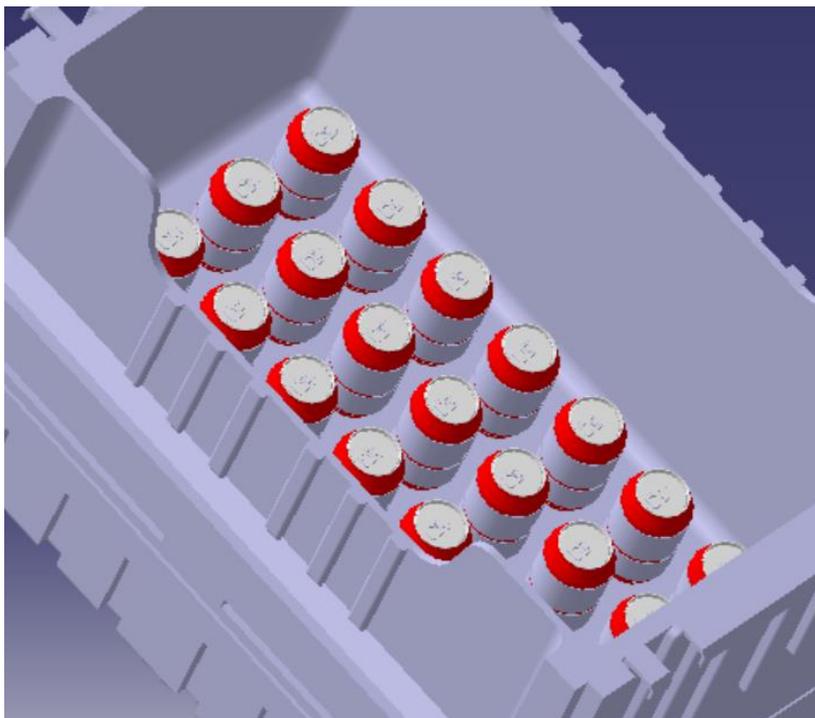


02-2 모델링 과정 (Product)



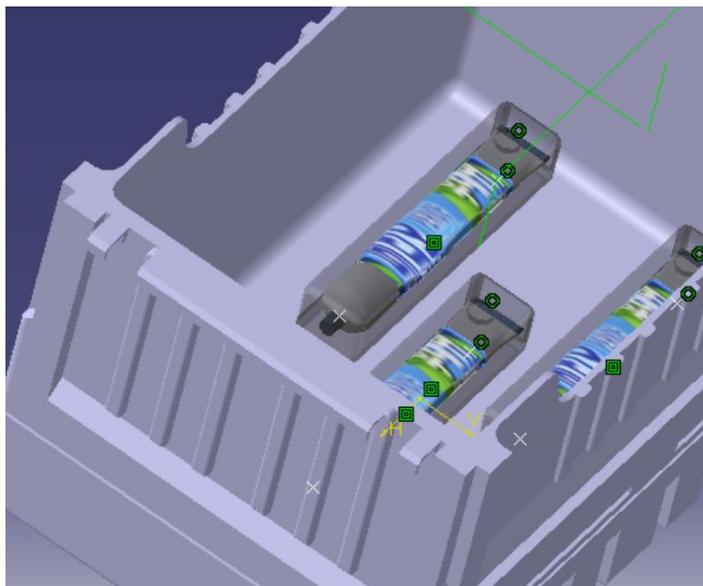
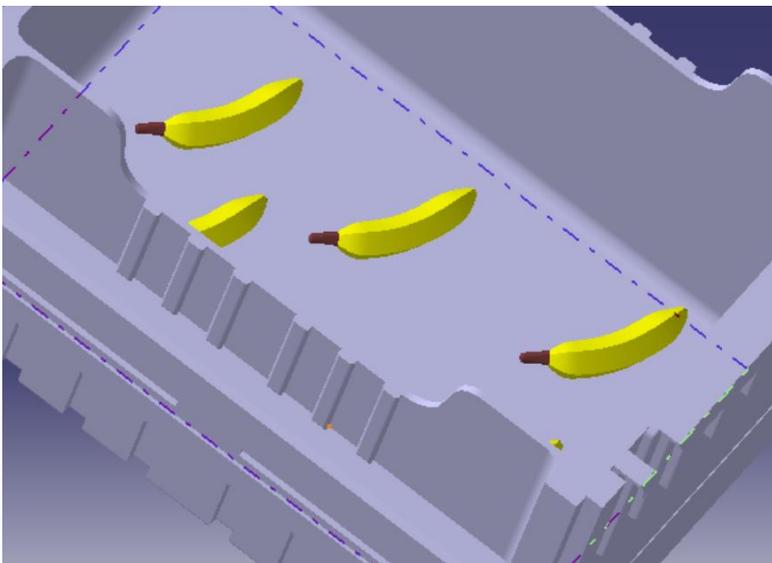
02-3 Assembly 과정 (BIN + Product)

☆ Assembly Design을 통해 Constrains 기능을 활용해 제품이 담긴 Bin을 만든다



02-3 Assembly 과정 (BIN + Product)

☆ Assembly Design을 통해 Constrains 기능을 활용해 제품이 담긴 Bin을 만든다



02-3 Assembly 과정 (Robot Arm)

#Bin 규격에 맞추어 Scale 조정

#scale 조정, ASSEMBLY DESIGN, CONSTRAINT 및 KINEMATIC는 직접 제작.

#총 8개의 ARM으로 구성 (6축 moving)

#Kinematics

Base Fix 후 각 파트들 Revolute Joint

#Grab cad 플랫폼 통해서 파트디자인 활용

출처: [6-Axis irobot | 3D CAD Model Library](#)
[GrabCAD](#)



02-3 모델링 & Assembly 과정 (Grid Robot)

#Bin이 내부에 맞게 들어갈 수 있도록 Bin 규격에 맞춰 제작한다.

실제 OCADO 에서 사용하고 있는 GRID ROBOT모델을 기반으로 제작

#Grid Robot 파트 구성

Solid 본체, Bin catcher, wheel, Chain으로 구성
(모델링 출처: <https://youtube.com/shorts/T5-y4bsEI5Q?si=lj6PiAmyKSxfwqMj>)

직접 제작



02-4 모델링 & Assembly 과정 (Grid Robot)

#Bin의 규격에 맞추어 제작

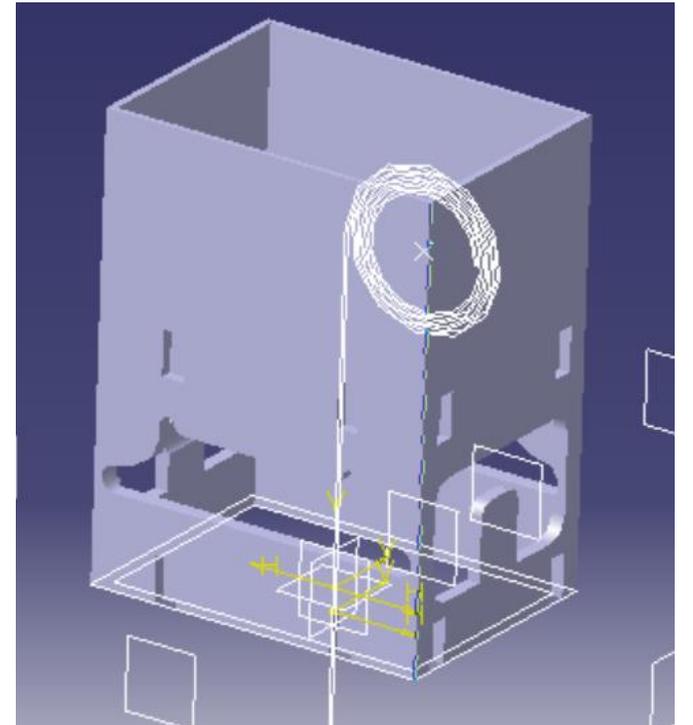
➤Solid가 Product Bin을 감싸는 구조

#Bin Catcher가 Bin의 위치 까지 내려와서 잡아서 올라가는 구조

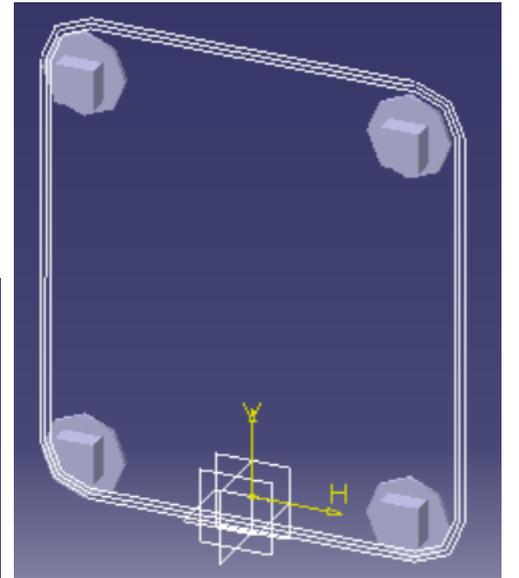
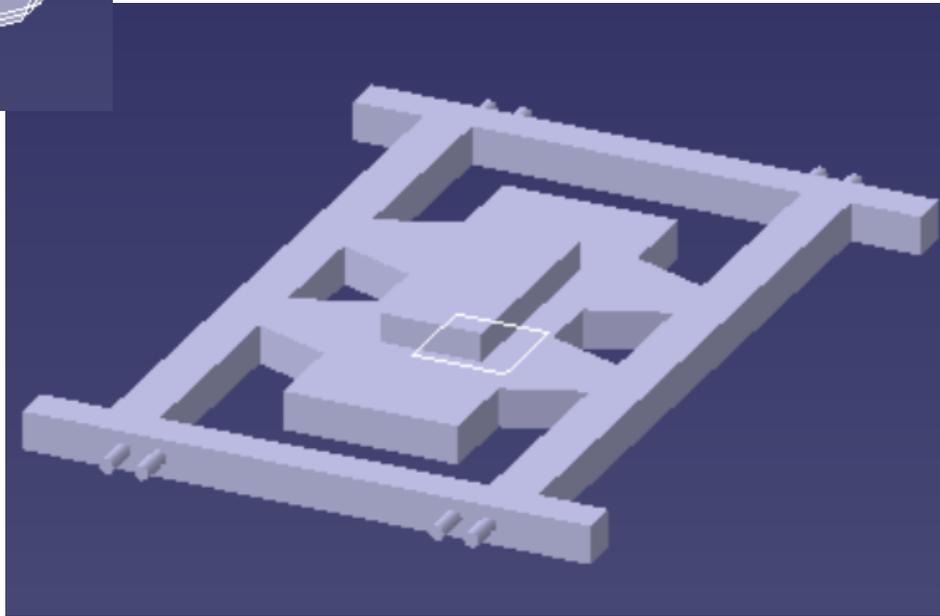
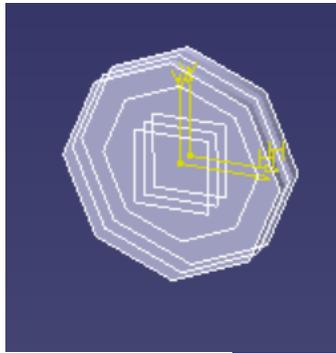
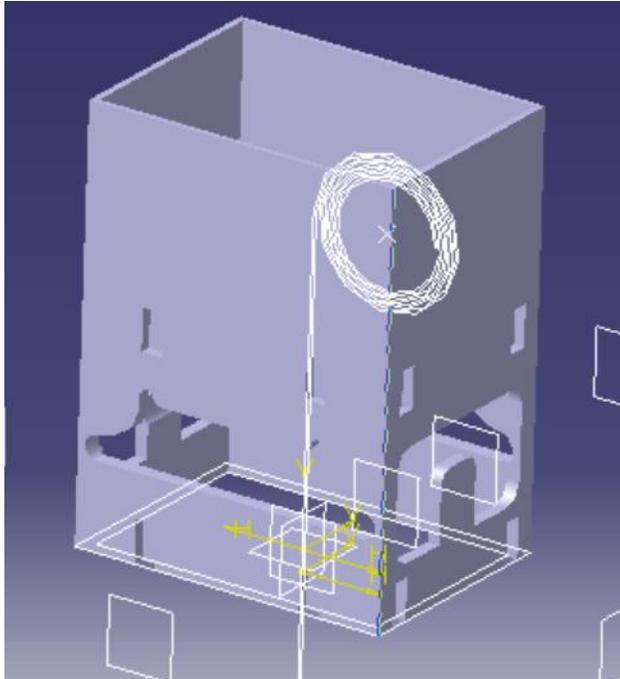
실제로 wheel의 운동 + chain의 운동을 표현

#Part Design, Generative Surface Design 활용
(Spiral, Curve, Parallel ...)

#모든 모델링 직접 제작



02-4 모델링 & Assembly 과정 (Grid Robot)

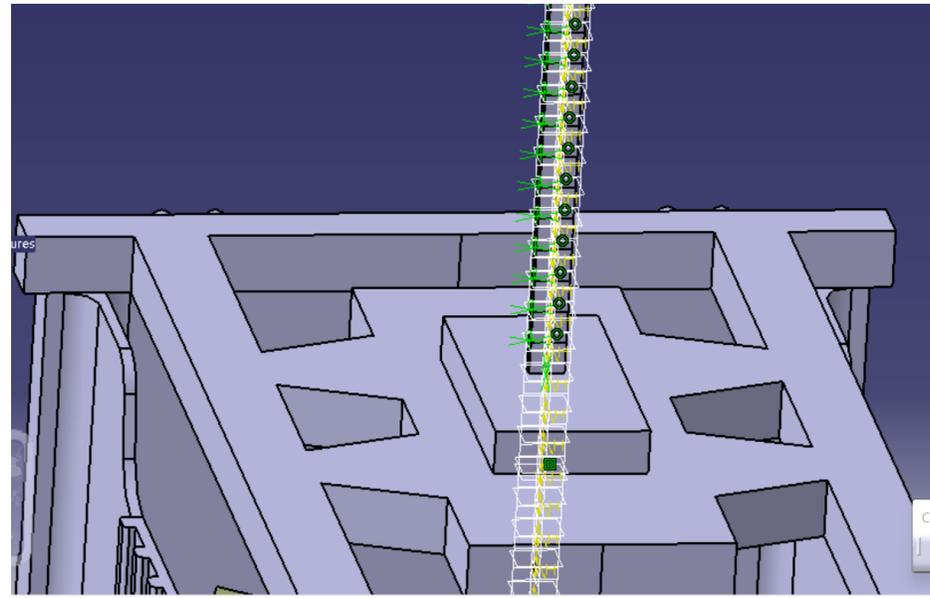


02-4 모델링 & Assembly 과정 (Grid Robot)

각 Part들을 Grid 형상에 맞게 Assembly

Chain은 Kinematics와 Assembly의 Define Multi Instantiation 기능을 활용해서

Chain Roo



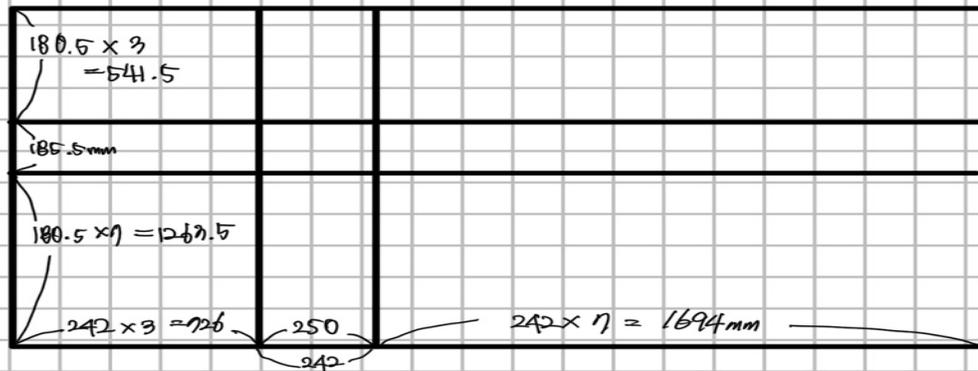
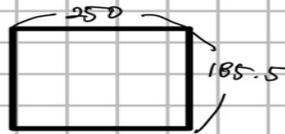
02-5 모델링 & Assembly 과정 (Rail Road)

#Grid Robot 규격에 맞추어 Rail Curve 제작

>Generative Shape Design 활용

① xy 평면

x-axis rail length = 250 mm
y-axis rail length = 185.5 mm

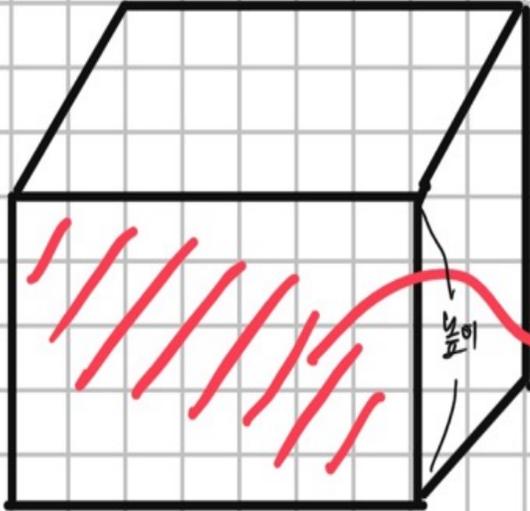


⇒ $x = 726 + 250 + 1694 = 2670 \text{ mm}$
 ⇒ $y = 1267.5 + 185.5 + 541.5 = 1990.5 \text{ mm}$

⇒ xy 평면 그리드 12x12

02-5 모델링 & Assembly 과정 (Rail Road)

② 2차원



4층 Storage 공간 구현

bin 높이 122.68 mm.

bin 높이 + 여유공간 = 150 mm

→ 층 높이 150 mm x 4 = 600 mm

총 들어갈 수 있는 bin의 개수 = $12 \times 12 \times 4 = \underline{\underline{576}}$ 개

02-5 모델링 & Assembly 과정 (Rail Road)

#Grid Robot 규격에 맞추어 Rail Curve 제작

> Generative Shape Design 활용

> 격자 크기

(X_axis_rail: 250mm & Y_axis_rail: 185.5mm)

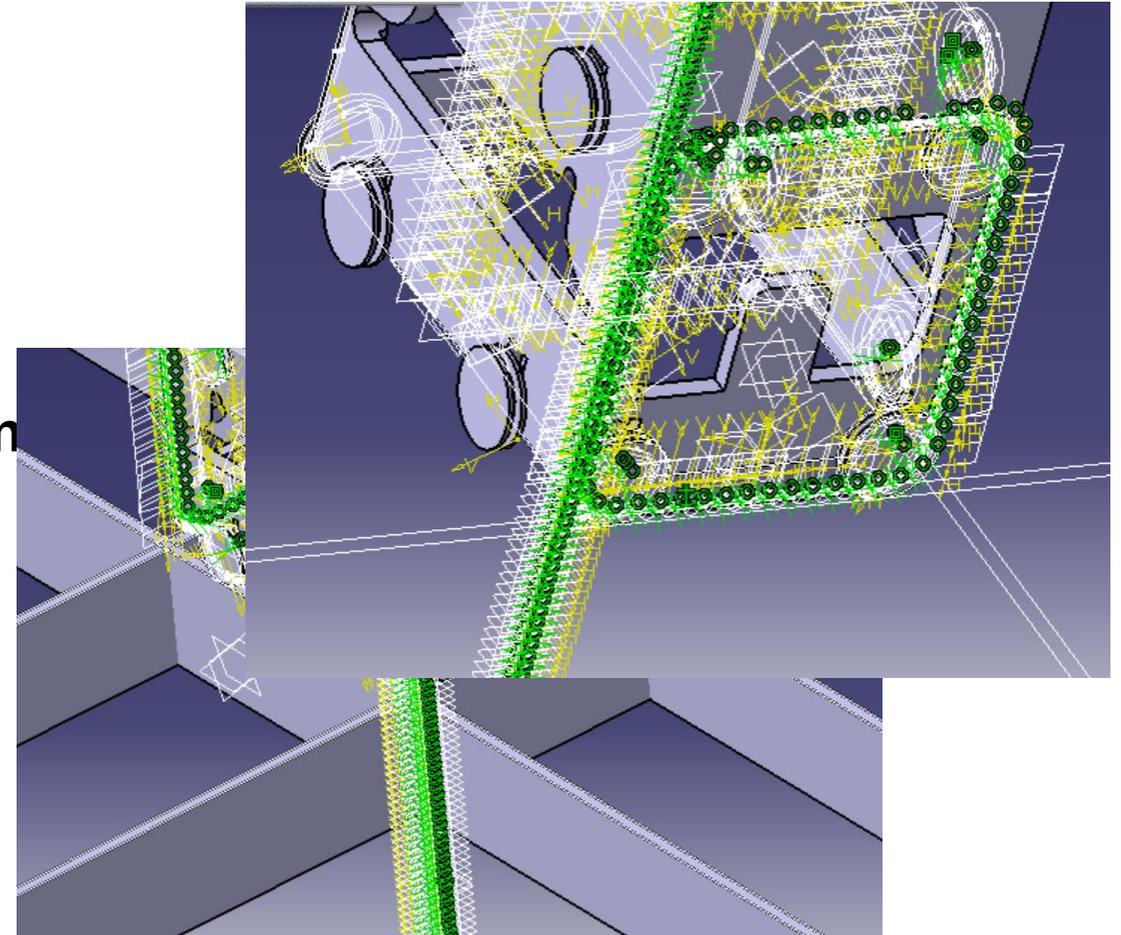
#Curve에 맞춘 Rail Road Pad 제작

> Part Design 활용

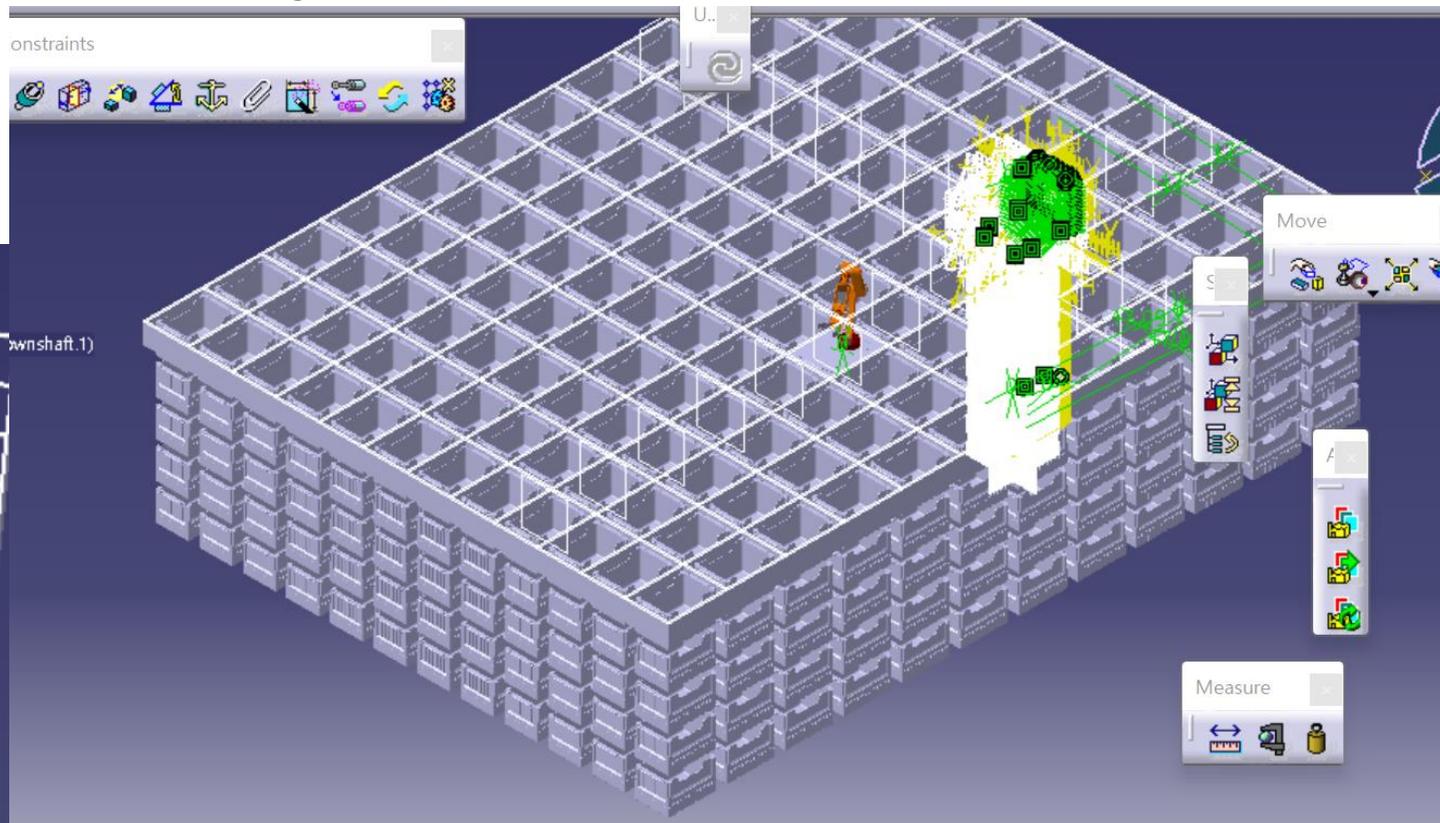
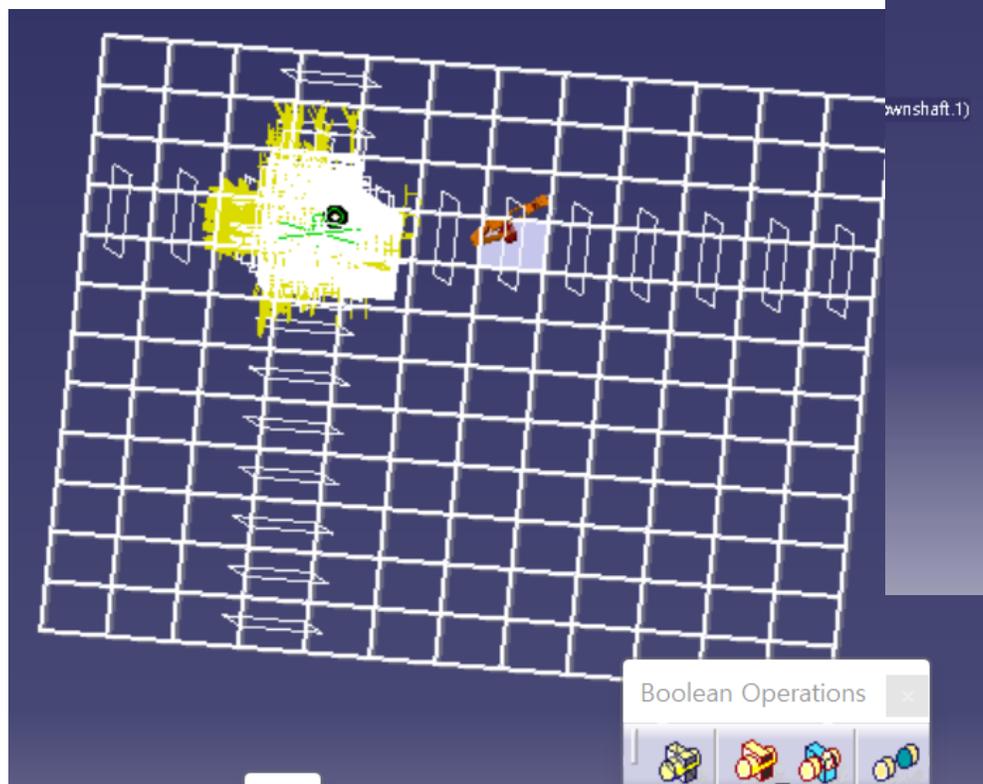
#정한 World Scale에 맞춰 Road World 제작

> Symmetry 기능 주된 활용

#모든 모델링 직접 제작



02-5 모델링 & Assembly 과정 (Rail Road)



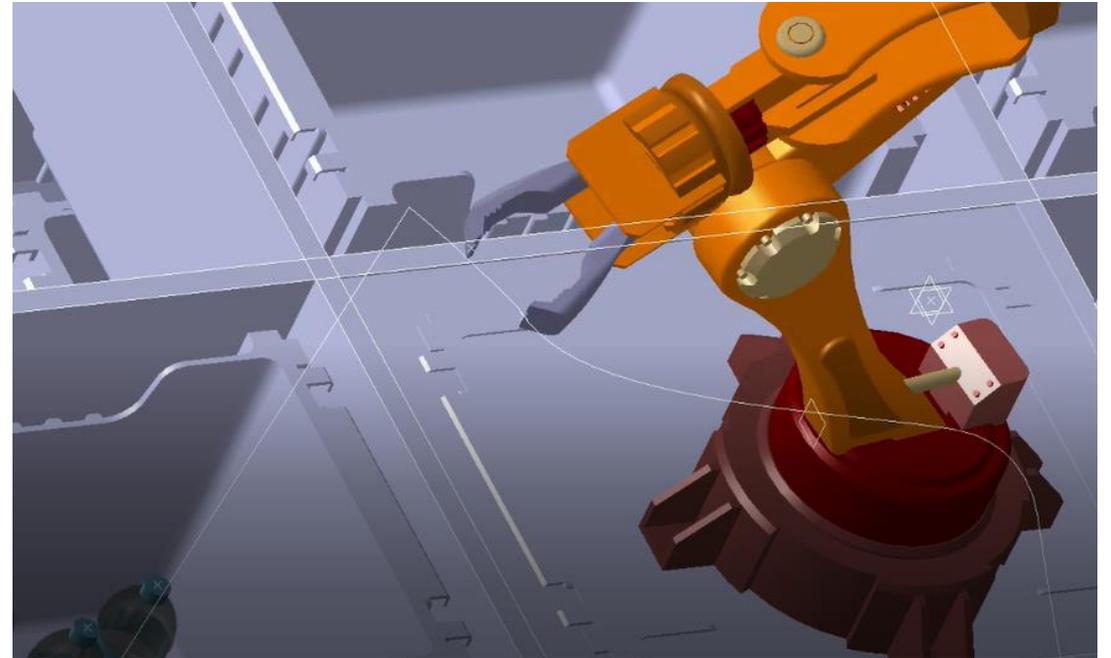
03-1 DMU KINEMATICS 과정 (Robot Arm with Bin)

Robot Arm Kinematics

- Base Fix 후 각 Part에 Revolute Joint
- 7개의 Driven Angle
(6축 > Gripper는 양쪽이 한 개의 축)

Robot Arm Move Product

- Bin에 있는 Product를 이동시키는 Kinematics
- Robot Arm의 이동경로를 GSD curve로 생성
- Curve 에 맞춘 KINEMATICS



03-2 DMU KINEMATICS 과정 (Chain Movement)

Grid Robot의 움직임을 표현하고자
Chain의 KINEMATICS 구현

➤ 2개 종류의 체인 (Bin Catcher-Solid의 체인, wheel-Road의 체인)



➤ Bin catcher-solid 체인

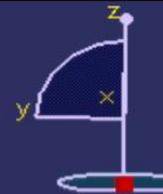
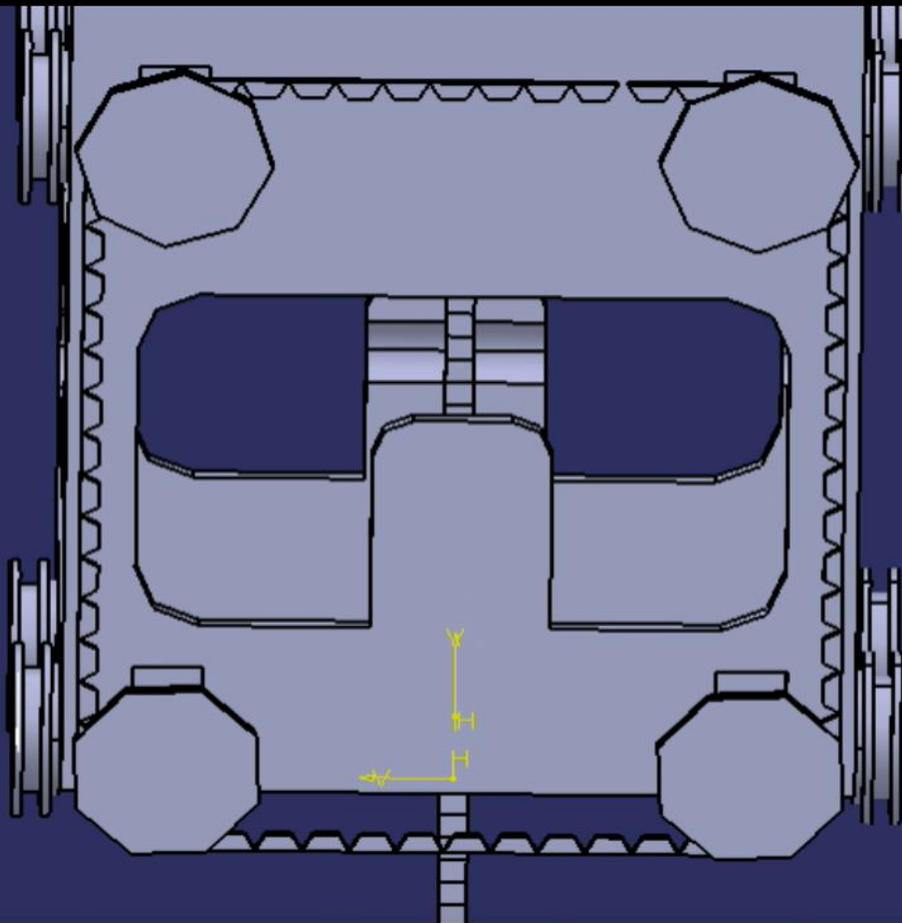
➤ Wheel-Road의 체인

➤ 두 종류의 체인 모두 Point Curve Joint를 통해 GSD에서 만든 커브와 Spline를 따라가도록 설계 (실제로 체인이 감기고 돌아가는 것 묘사)





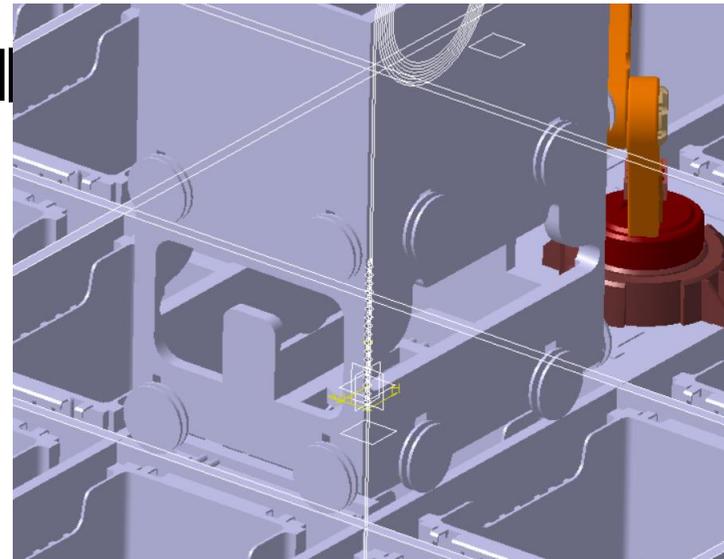
- connecting_biny, DOF=0
- Mechanism.5, DOF=0
- 6axis_robot_arm, DOF=0
- moving_y, DOF=0
- Simulation
 - Simulation.1
 - Simulation.2
 - Simulation.3
 - Simulation.4
 - Simulation.5
 - wheel_chain
 - chainsuffer



03-3 DMU KINEMATICS 과정 (Grid Robot on Rail)

Grid Robot Rail Road

- Rail Road를 만들기 전 Line을 X_axis Y_axis 모두 깔아 놓는다.
- roll curve joint와 Slide curve를 통해서 Grid 로봇의 바퀴와 X axis, Y axis를 Kinematics 구현
- Axis LINE curve를 따라서 움직이도록 설계



04-1 문제점 및 한계점

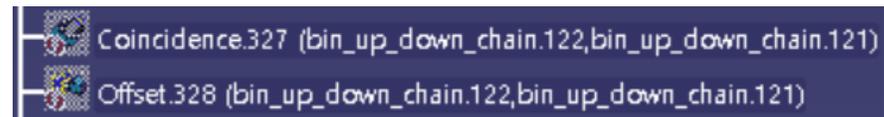
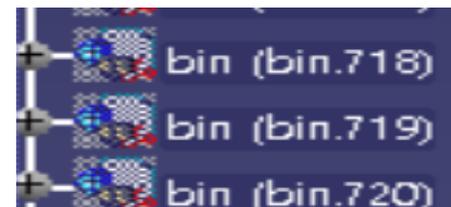
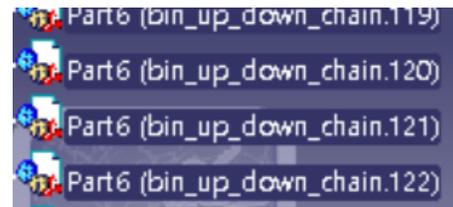
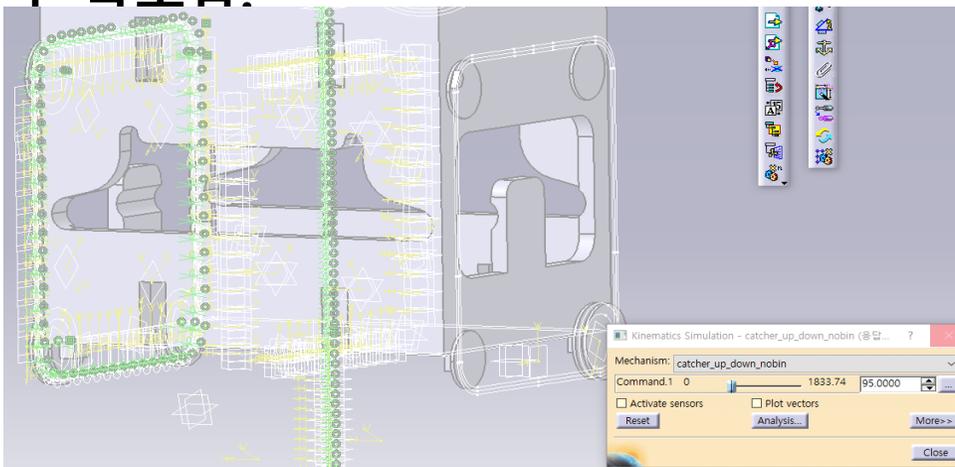
★ 많은 PART와 COMMAND로 인한 SEQUENCE 제한

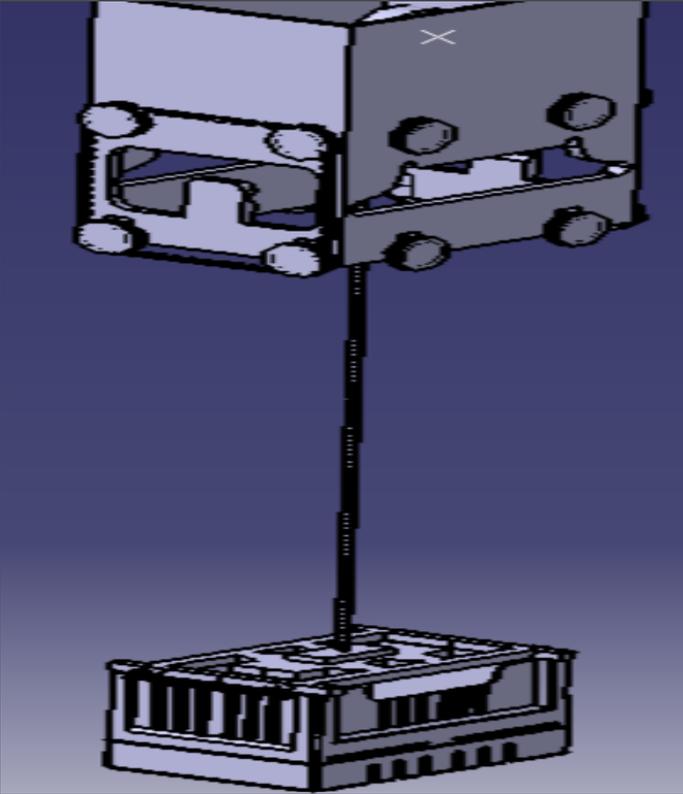
너무 많은 PART, Assembly와 COMMAND로 인해 KINEMATIC 동작구현에 버퍼링 등의 어려움이 있었다.

(대략 900개가 넘는 PART와 Assembly Constraint 구성)

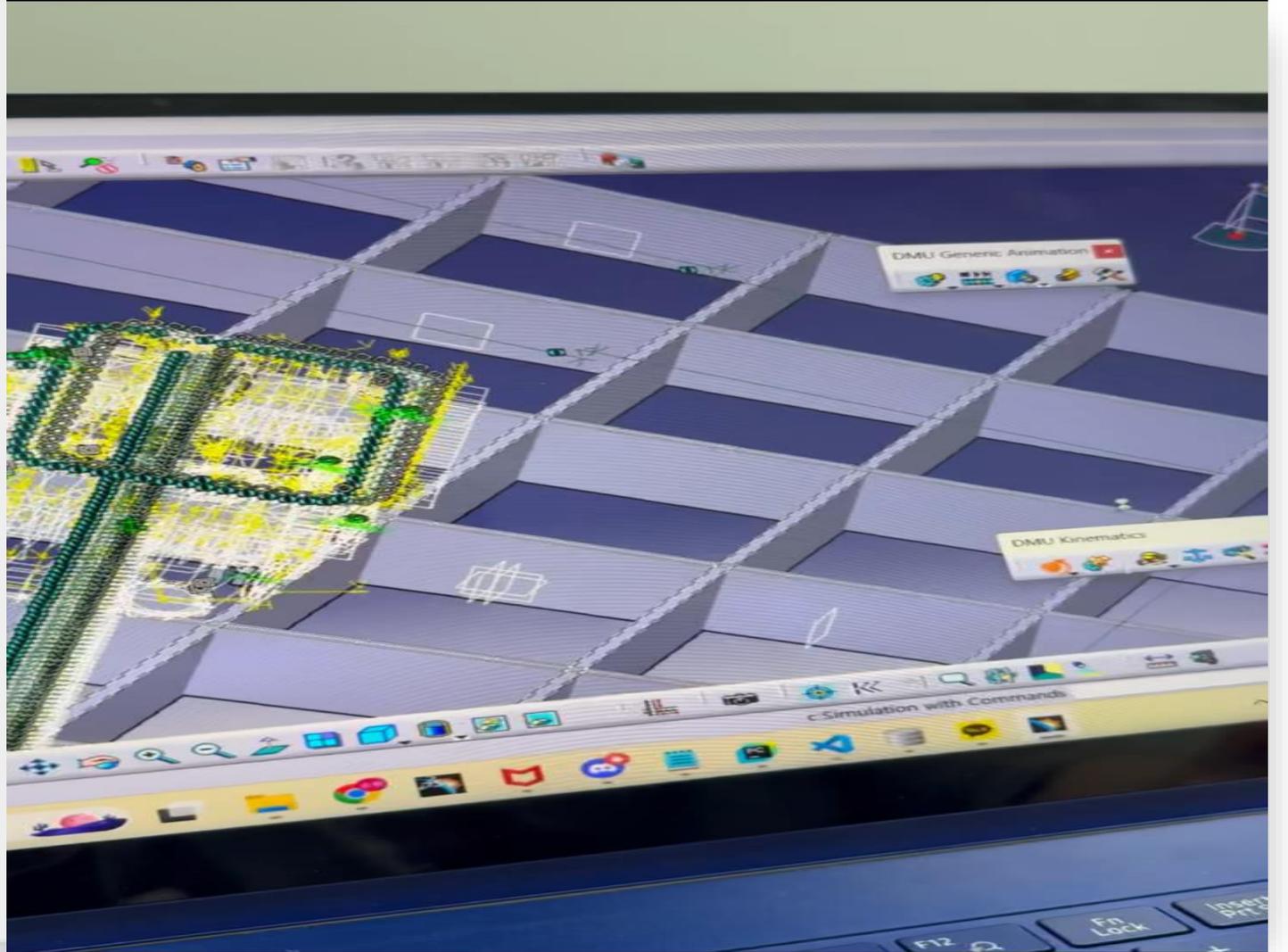
★Grid 로봇도 여러 개를 넣어 더욱 현실감 있는 SYSTEM을 구현하지 못한 점 (이유는 위와 같음)

★ 실제 CABLE 길이도 맞춰서 제작하였으나 KINEMATIC구현 지연 때문에 실제 simulation 에서 개수 축소함.





실제 케이블 모두 걸었을
때의 모습



04-1 문제점 및 한계점

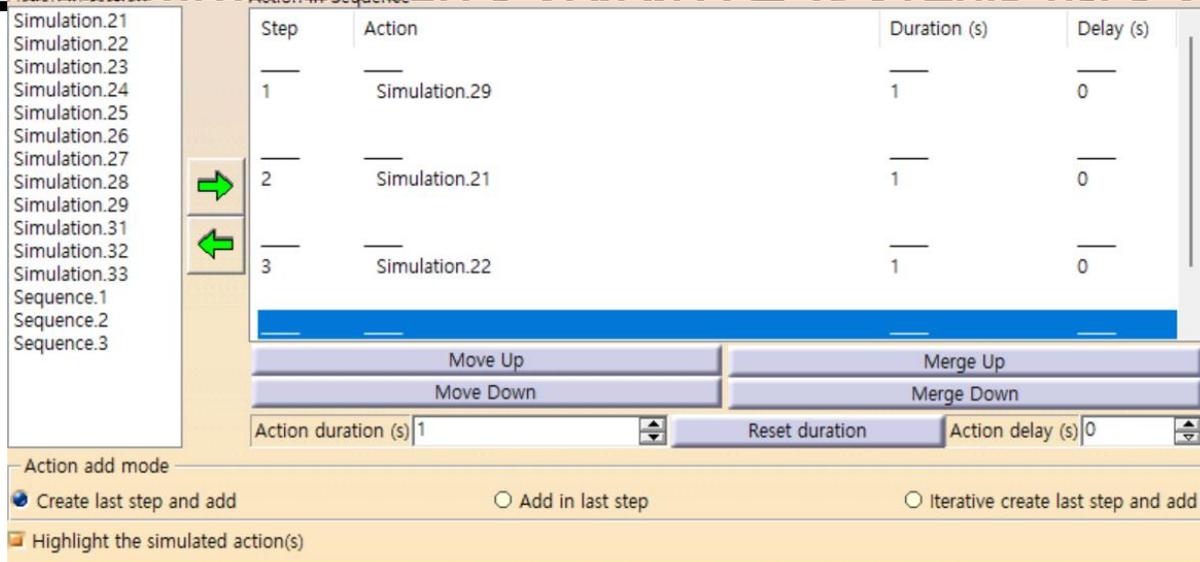
★ 많은 Simulation 연속적인 동시 다발적인 구동의 어려움

World의 규모도 커지고, 많은 constraint가 걸리다 보니 중간에 DMU부분에서 시작점의 위치를 0으로 고정

했음에도 불구하고 계속해서 시작점의 위치가 변하는 오류가 걸림.

→ 연속적인 simulation을 위해서는 시작점이 연속적으로 이어져야 함.

→ 해결방안, 하나하나 시작점을 옮기던데마다 시작점을 수동으로 조절해 맞춤.



05-1 영상 시청

<https://youtu.be/Xym2mmb1uPc?feature=shared>





※참고문헌 자료

#1 기본적인 자동화 물류 시스템 참고문헌 (대한민국 특허청 자료)

<File:///C:/Users/user/Desktop/%ED%8A%B9%ED%97%88%EC%B2%AD-%EB%A1%9C%EB%B4%87-%EB%AC%BC%EB%A5%98%EB%A1%9C%EB%B4%87-%ED%8A%B9%EC%A7%91%ED%8E%B8.pc>

#2 오카도 모델링 참고 사이트

<https://ocadointelligentautomation.com/systems/ocadex-robotic-arms>

<https://ocadointelligentautomation.com/systems/on-grid-robotic-pick>

<https://ocadointelligentautomation.com/systems/omrs-ocado-mobile-robot-system#diagram>

<https://ocadointelligentautomation.com/systems/osrs-ocado-storage-retrieval-system> (가상 창고 투어 시뮬레이션)

#3 그 외의 보도자료

<https://engine.roa.ai/articles/134622>

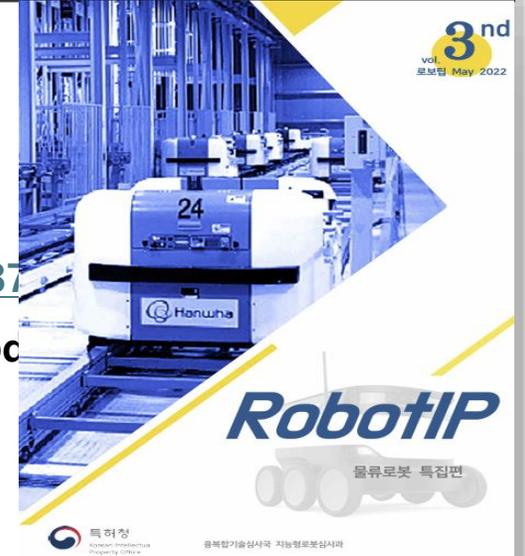
<https://www.klnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=118064>

<https://trans.info/en/ocado-invests-600-million-pounds-into-robotic-warehouses-173830>

#4 GRABCAD를 통한 오픈소스 활용.

#5 제작영상 인용

(77) [The Ocado Smart Platform: Automating Online Grocery - YouTube](#)



05-2 Q&A



Automated Storage & Retrieval System



감사합니다.