

조교 실습 2

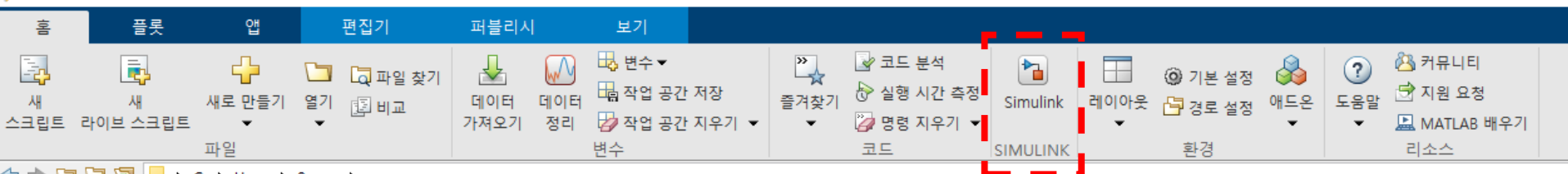
250918

MATLAB Introduction

• Simulink

- 다중 도메인 동적 시스템의 시뮬레이션 및 분석에 사용되는 MATLAB 기반 그래픽 프로그래밍 소프트웨어
- 주로 자동 제어 및 디지털 신호 처리에 사용

MATLAB R2024b - academic use



MATLAB Introduction

• Simulink

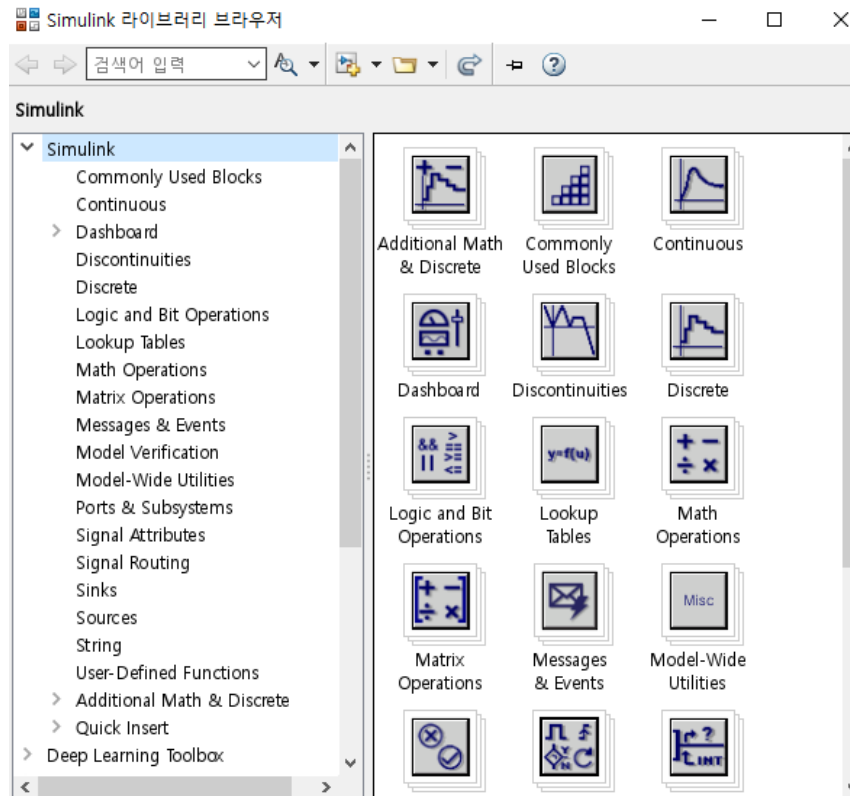
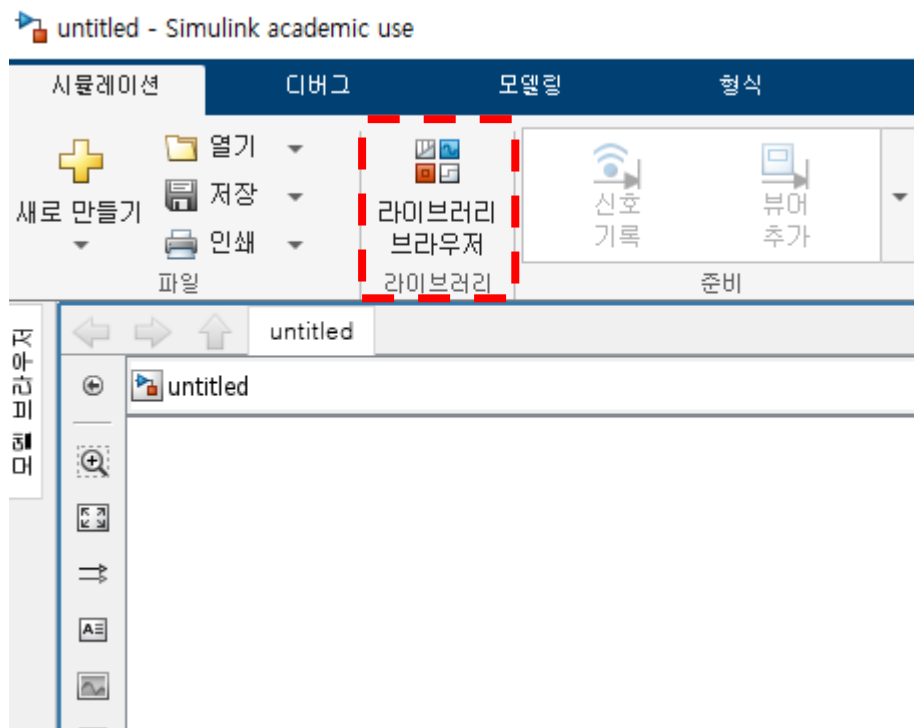
- 다중 도메인 동적 시스템의 시뮬레이션 및 분석에 사용되는 MATLAB 기반 그래픽 프로그래밍 소프트웨어
- 주로 자동 제어 및 디지털 신호 처리에 사용



MATLAB Introduction

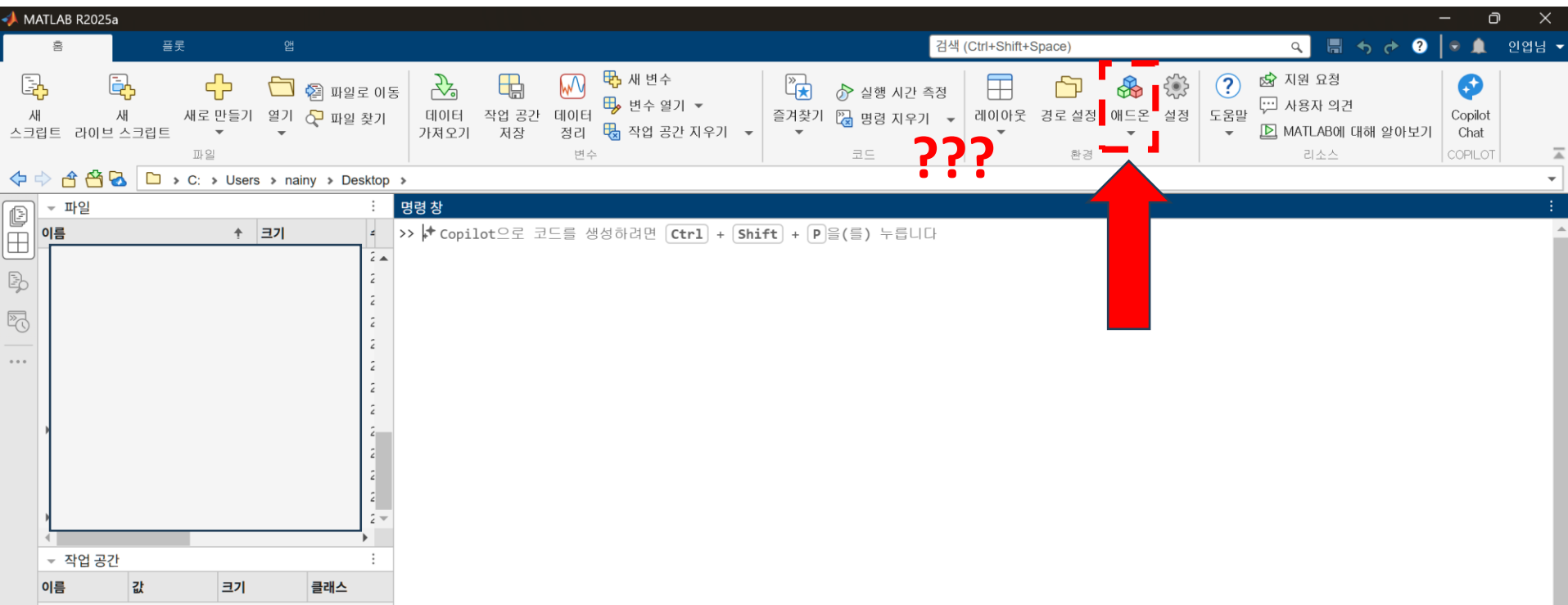
• Simulink

- 다중 도메인 동적 시스템의 시뮬레이션 및 분석에 사용되는 MATLAB 기반 그래픽 프로그래밍 소프트웨어
- 주로 자동 제어 및 디지털 신호 처리에 사용



MATLAB Introduction

- Simulink가 없는 경우
 - 애드온 클릭



MATLAB Introduction

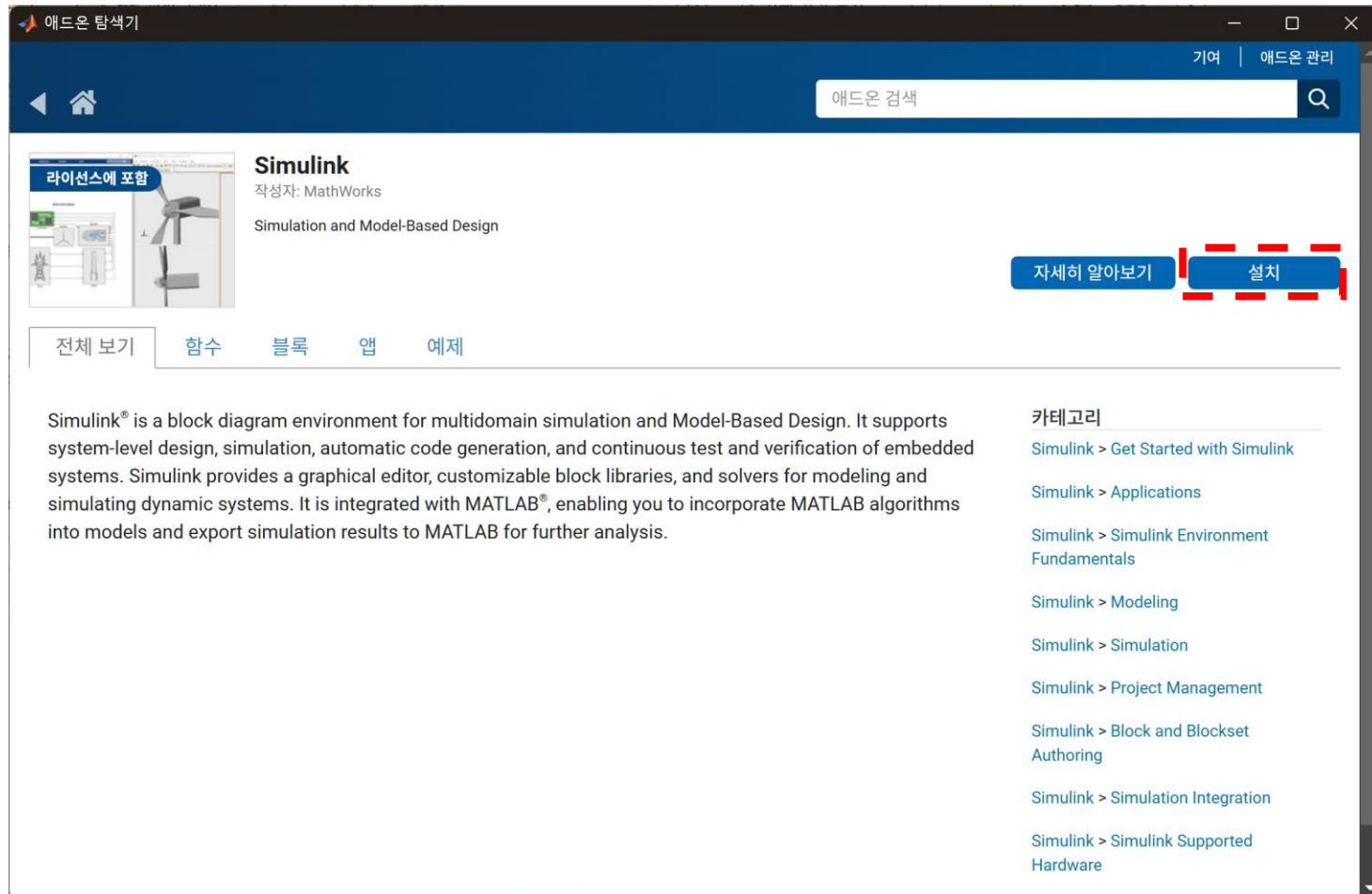
- Simulink가 없는 경우
 - 검색창에 simulink

The screenshot shows the MATLAB search results page for the query 'simulink'. The page is divided into several sections:

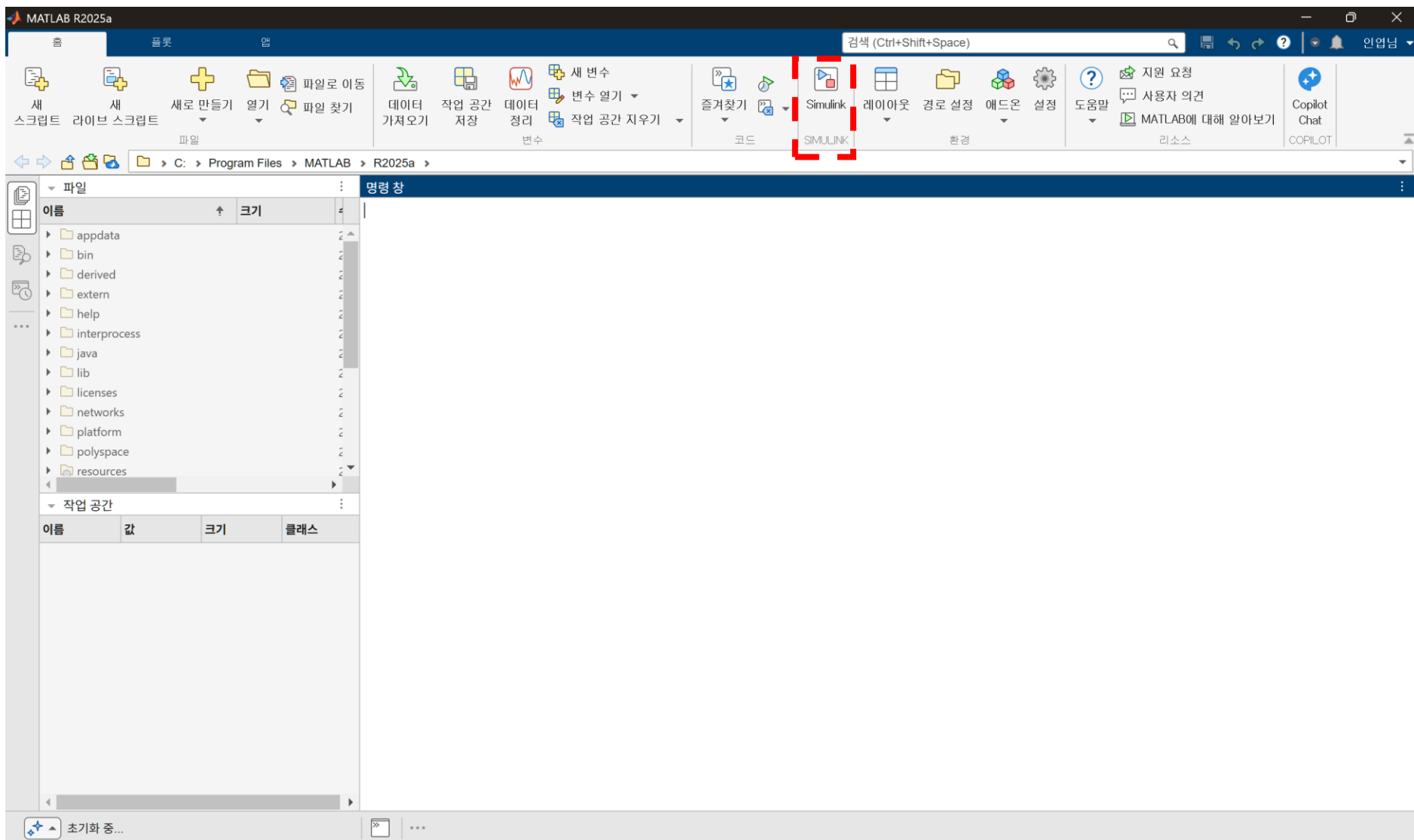
- Header:** Includes the MATLAB logo and a search bar with the text 'simulink'.
- Left Sidebar:** Contains navigation links and filters.
 - 개인 맞춤 (Personalized):** 내 제품 (112), 추천 제품 (60).
 - 출처별 필터링 (Filter by Source):** MathWorks (7,199), 커뮤니티 (7,177).
 - 카테고리별 필터링 (Filter by Category):**
 - Using MATLAB:** MATLAB (247), MATLAB Copilot (1).
 - Using Simulink:** Simulink (2,850), Physical Modeling (1,296), Event-Based Modeling (126), Real-Time Simulation and Testing (438).
 - Workflows:** Parallel Computing (23), Reporting and Database Access (156), Systems Engineering (37), Code Generation (1,597), Application Deployment (45), Verification, Validation, and Test (907).
- Main Content Area:**
 - Results for 'simulink':** 5,354 results. The first result is 'Simulink' by MathWorks, described as 'Simulation and Model-Based Design'. It includes a brief description and a list of related functions: `set_param`, `MATLAB Function`, `get_param`, `sim`, and `Simulink.Bus`.
 - Results for 'MATLAB':** 49 results. The first result is 'MATLAB' by MathWorks, described as 'The Language of Technical Computing'. It includes a brief description and a list of related topics: 'Access Data in Cell Array', 'Array Indexing', 'Combine Multiple Plots', 'Create Tables and Assign Data to Them', and 'Create Cell Array'.
 - Results for 'Simulink Coder':** 49 results. The first result is 'Simulink Coder' by MathWorks, described as 'Generate C and C++ code from Simulink and Stateflow models'.

MATLAB Introduction

- Simulink 설치(약 4GB)



MATLAB Introduction



Simulink Practice1

Simulink 시작 페이지

SIMULINK®

새로 만들기 | 예제 | 배우기

검색

전체

최근 항목

배우기

Simulink Onramp

모델 파인더

더 보기 ...

▼ Simulink

빈 모델

빈 서브시스템

Git 복제

빈 라이브러리

빈 프로젝트

폴더로부터 프로젝트 만들기

SVN 체크아웃

HDL 코드 생성

고정 스텝

단순 시뮬레이션

단순 프로젝트

디지털 필터

신호 처리

코드 생성

피드백 제어기

블록셋 디자이너

자세히 알아보기

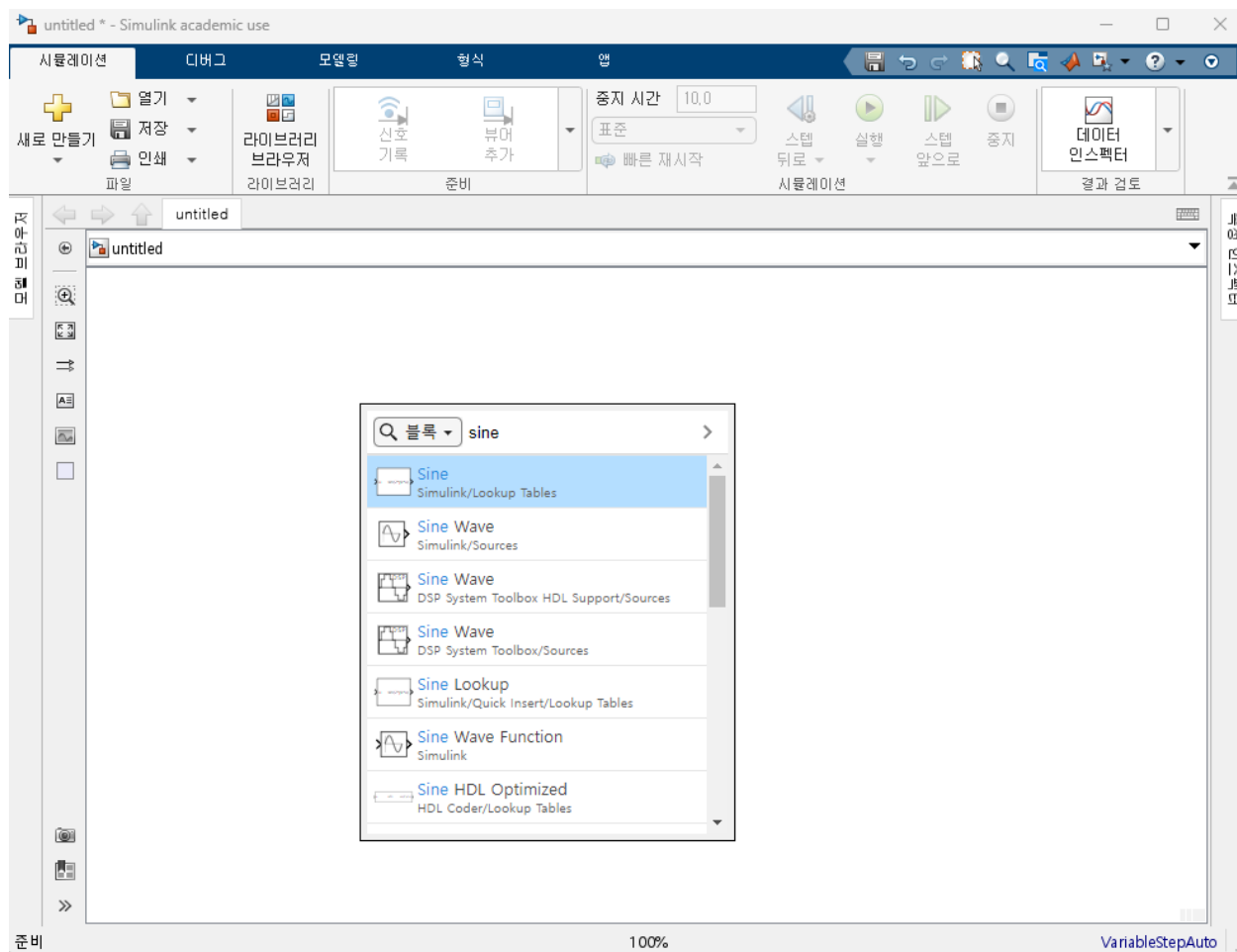
내 템플릿

DSP System Toolbox

Simulink Practice1

• 블록 삽입 방법1

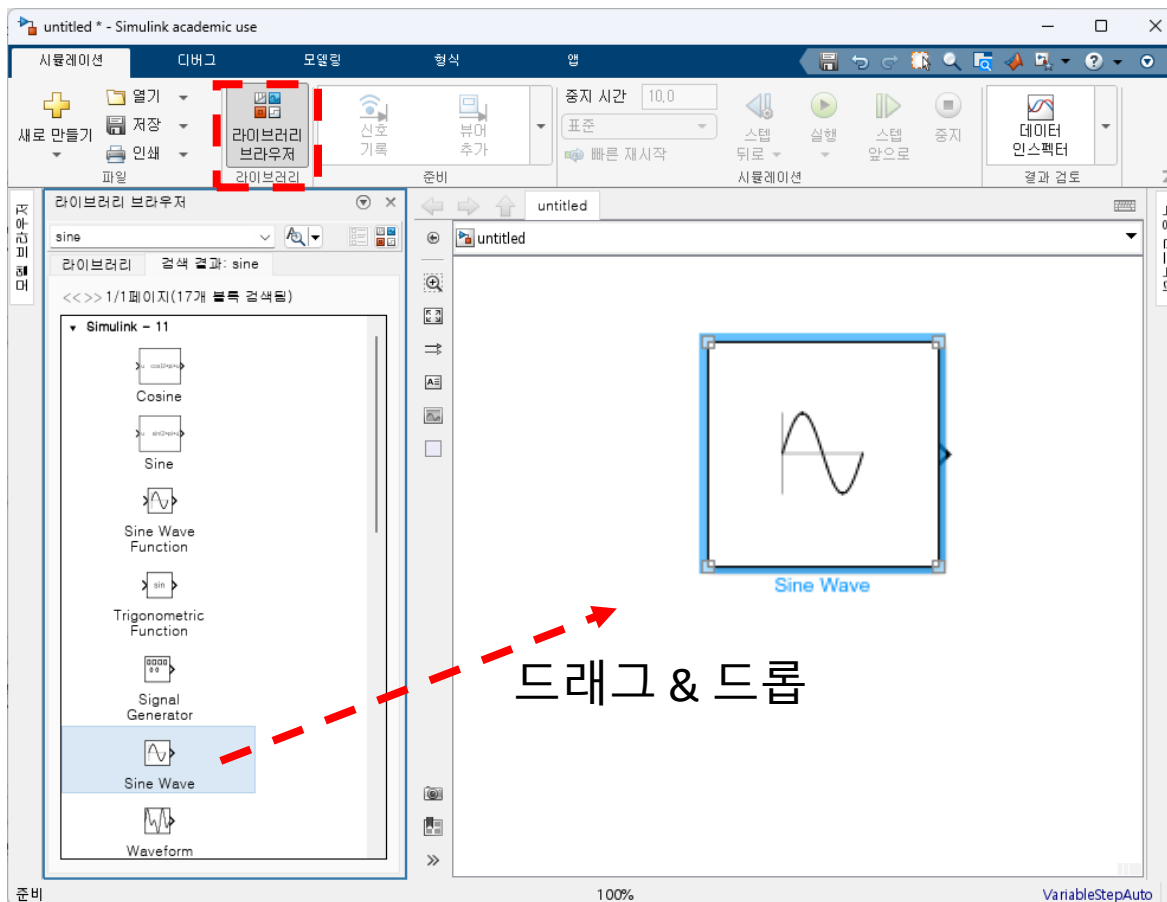
- 빈 공간에 마우스 좌클릭 2번 후, 'Sine Wave' 블록 검색



Simulink Practice1

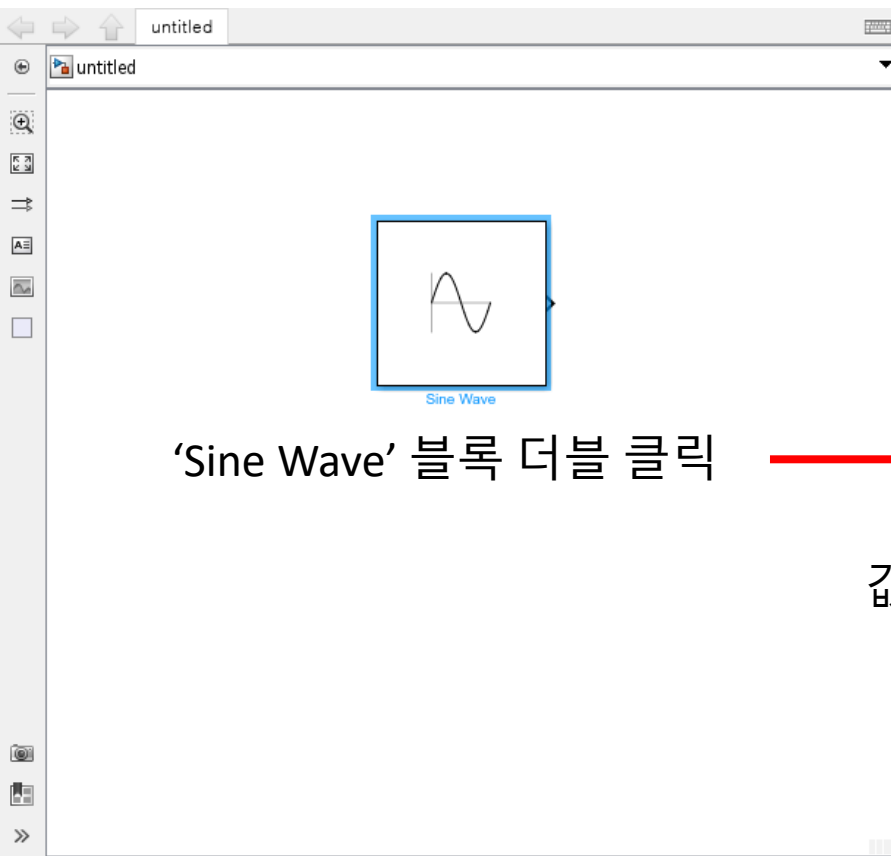
블록 삽입 방법2

- '라이브러리 브라우저' 클릭 후 'Sine Wave' 검색

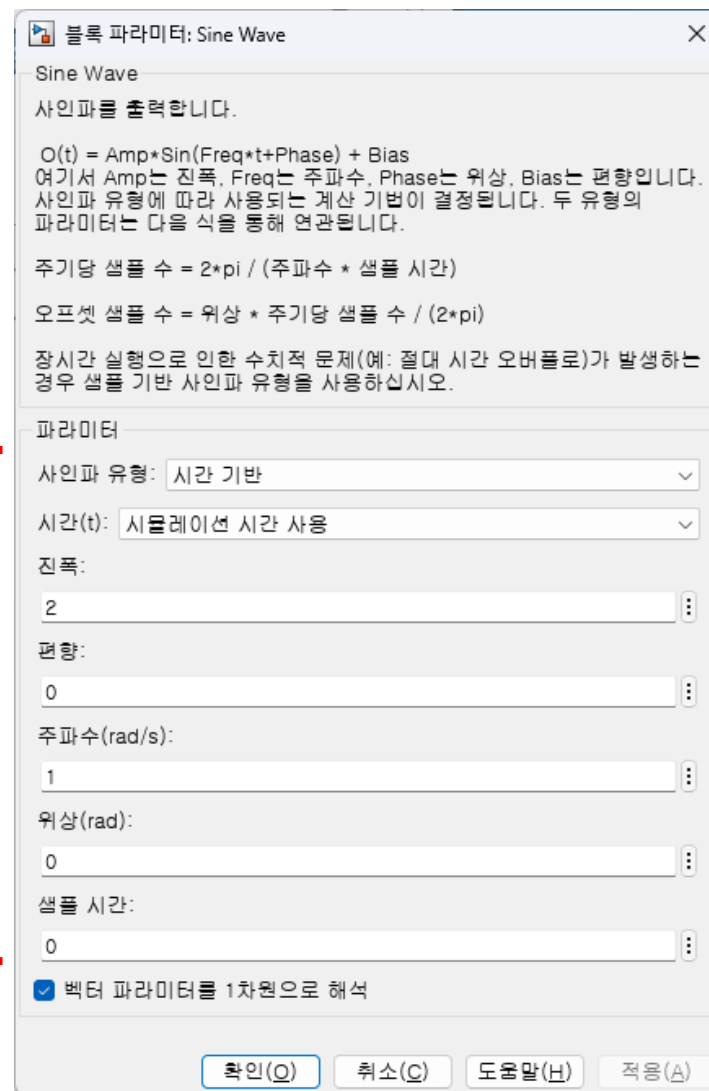


Simulink Practice1

• 'Sine Wave' 블록 파라미터 값 수정 방법

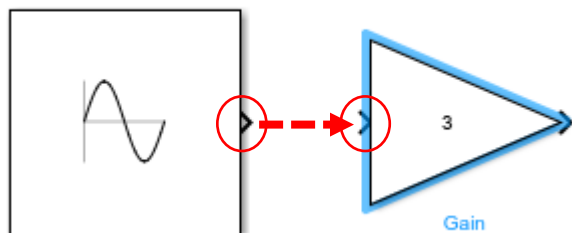


값 수정

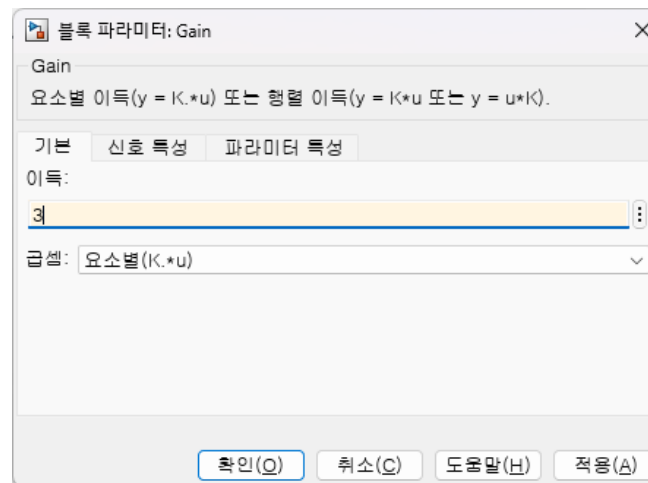
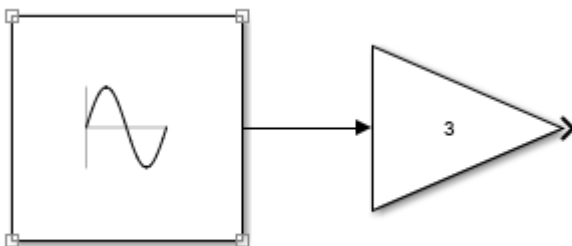


Simulink Practice1

- Gain 블록 추가 후 값을 3으로 수정



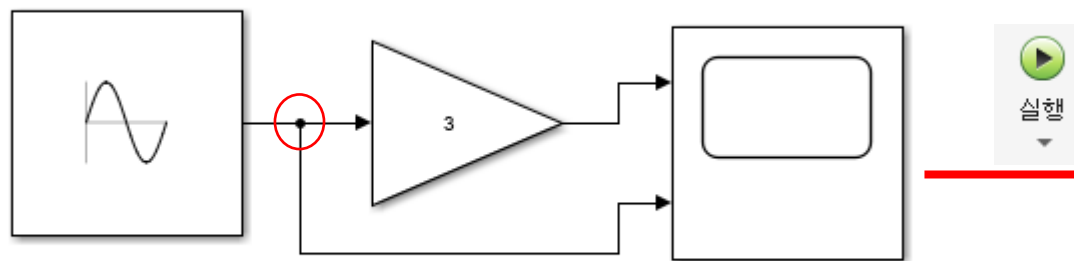
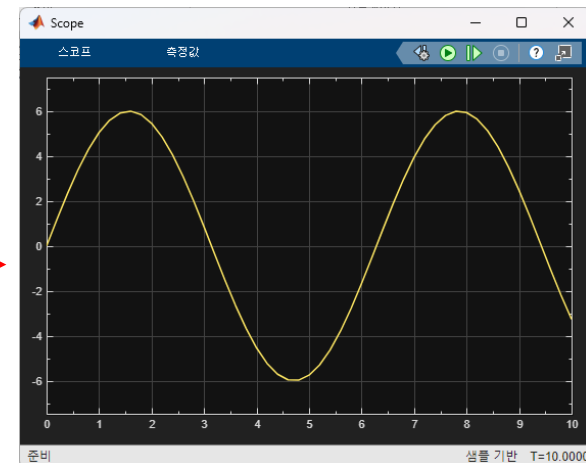
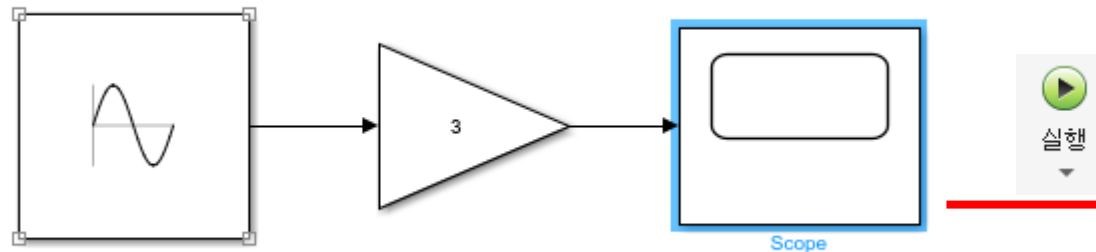
마우스 좌클릭을 유지한
상태로 이어주기



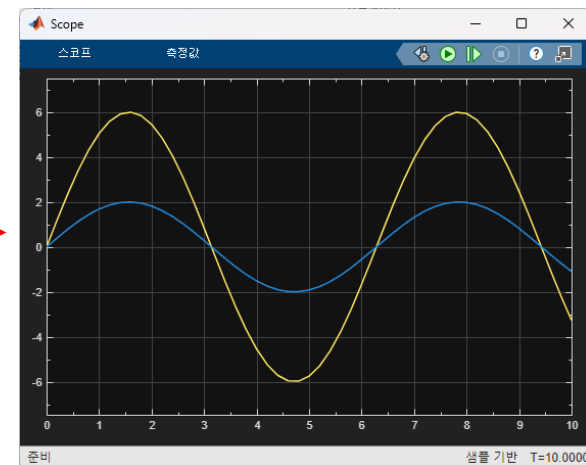
Simulink Practice1

- Scope 블록 추가

실행 후 Scope 블록 더블 클릭

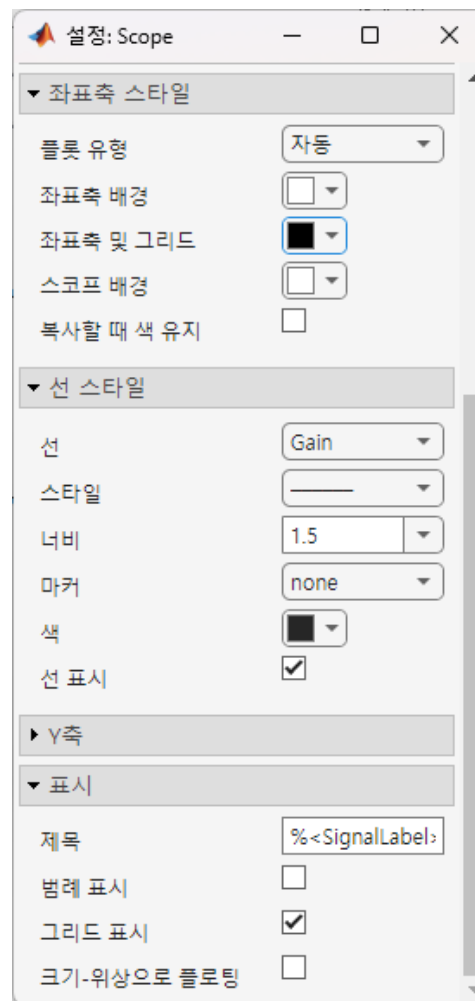
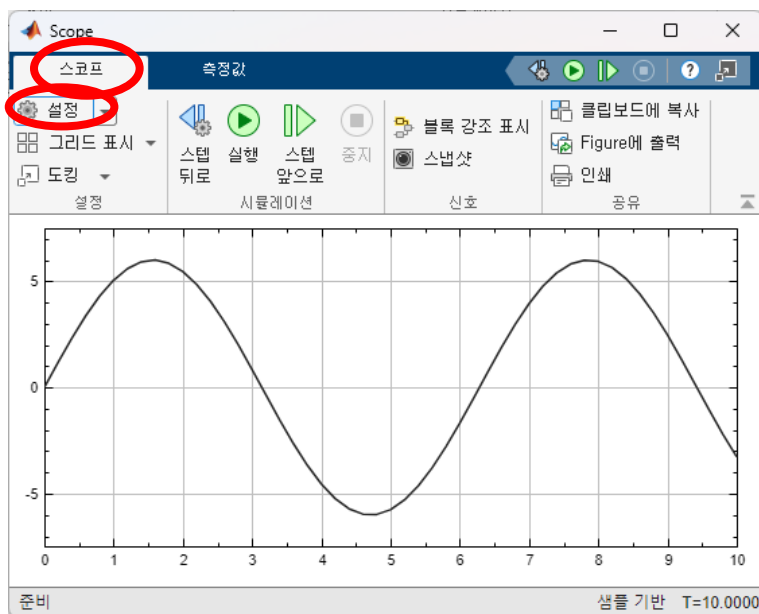


마우스 우클릭을 유지한
상태로 이어주기



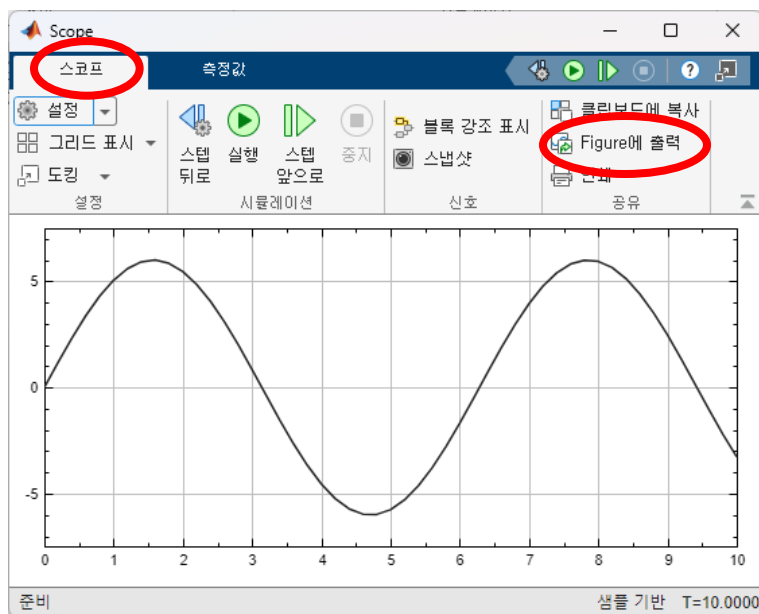
Simulink Practice1

- Plot 배경색 변경 및 그래프 스타일 수정 방법1
 - 스코프 -> 설정 클릭 후 원하는 배경 색 및 그래프 선 스타일 수정



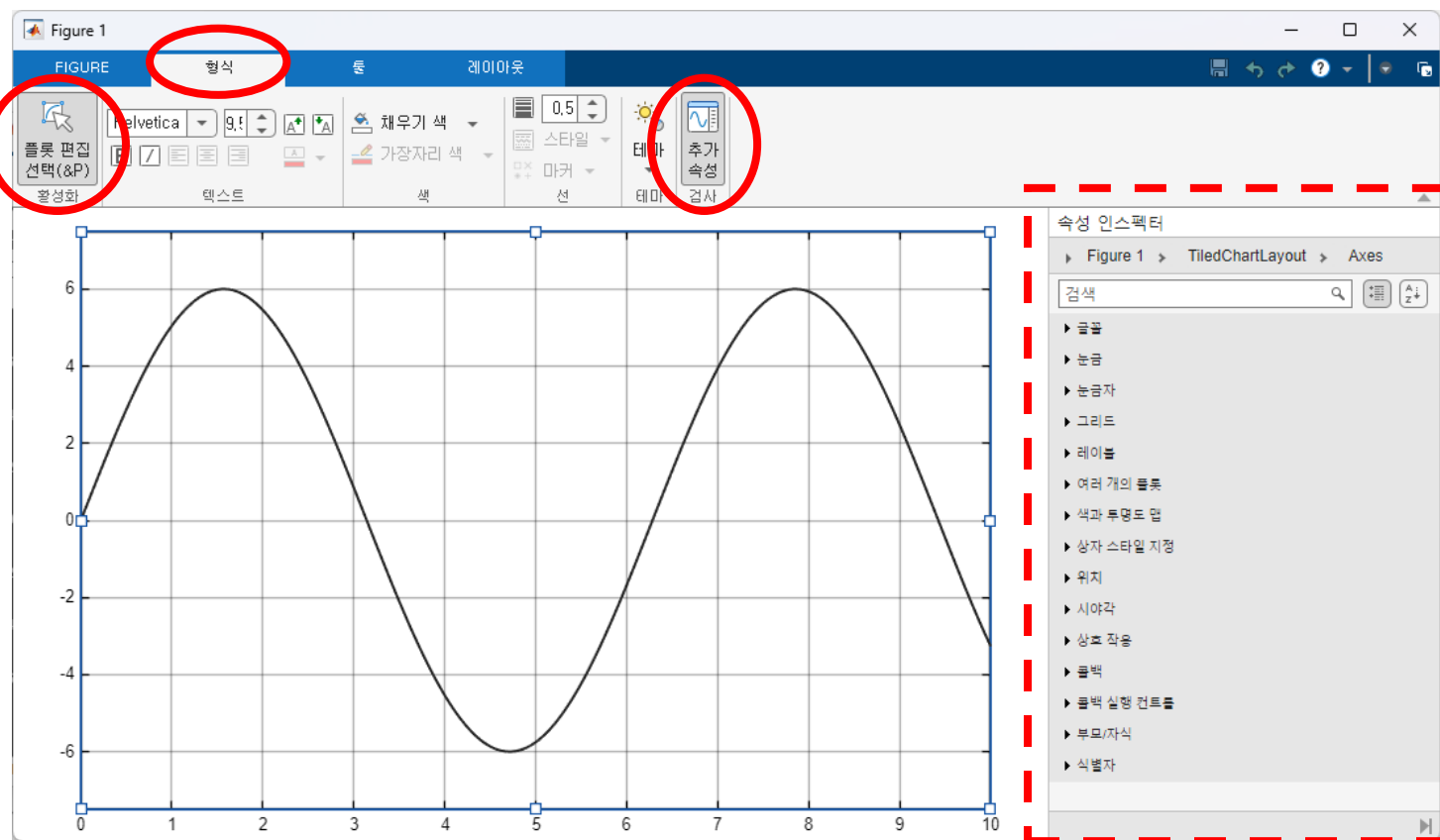
Simulink Practice1

- Plot 배경색 변경 및 그래프 스타일 수정 방법2
 - 스코프 -> Figure에 출력



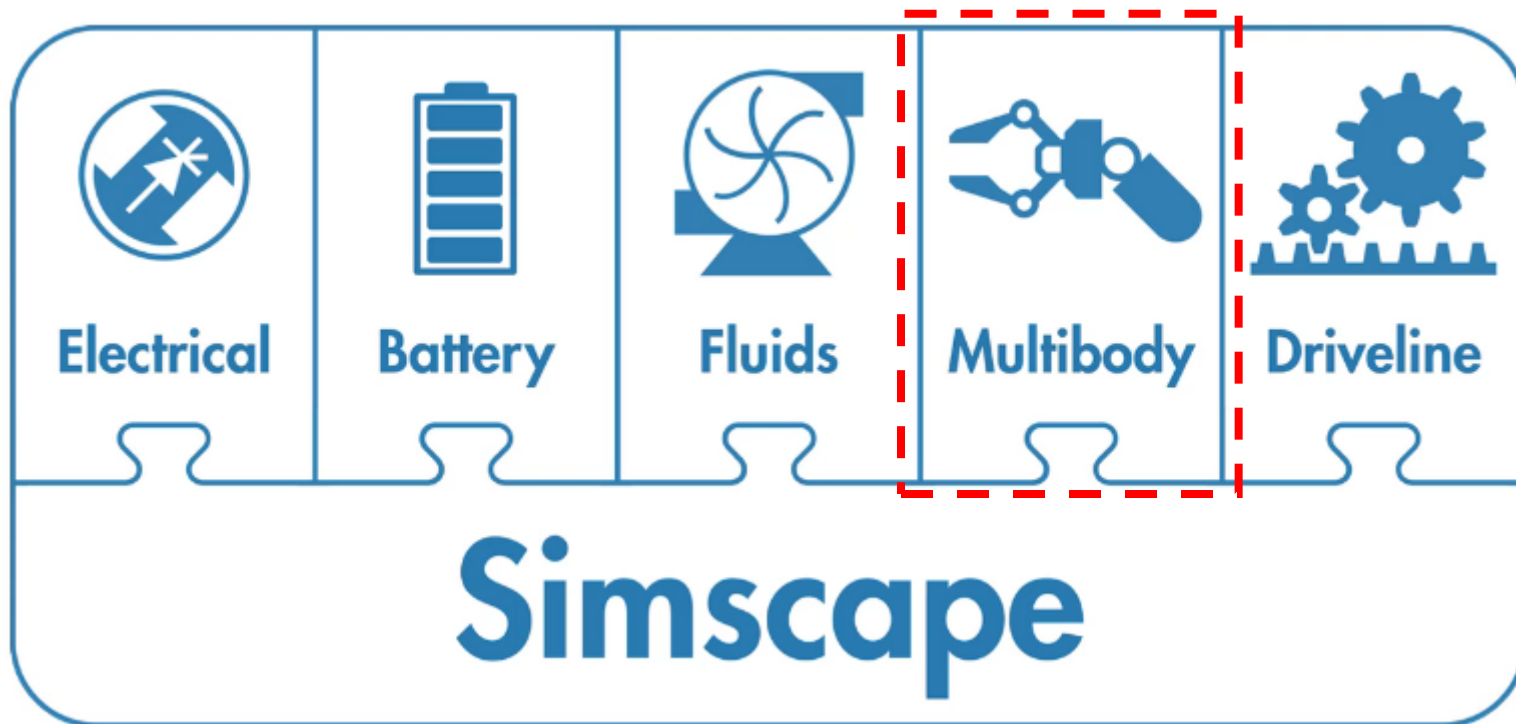
Simulink Practice1

- Plot 배경색 변경 및 그래프 스타일 수정 방법2
 - 형식 -> 플롯 편집 선택(&P) -> 추가속성



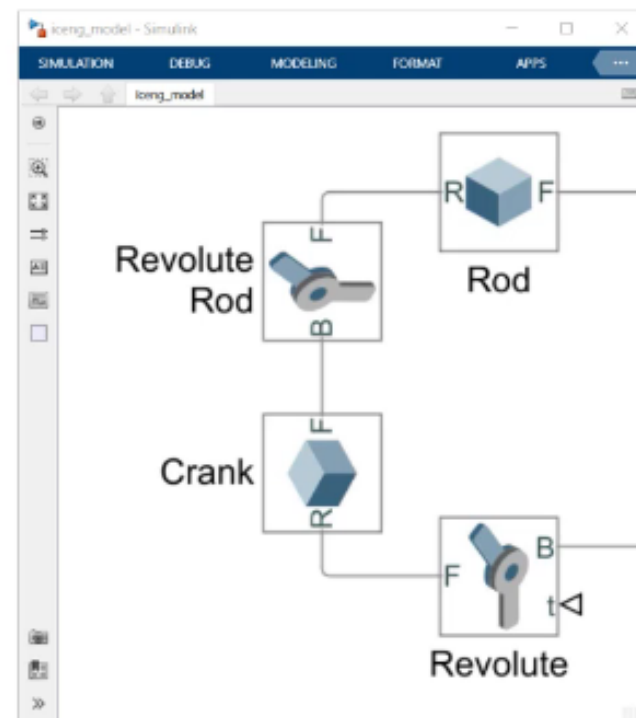
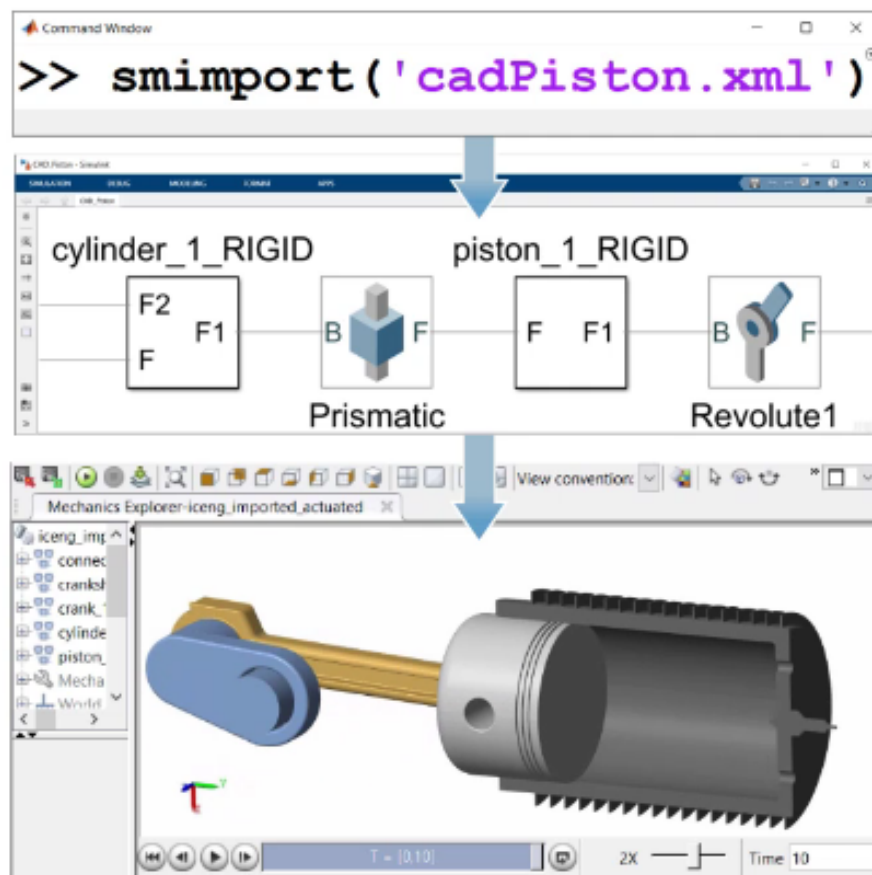
Simscape

- Simulink 환경 내에서 물리 시스템 모델 생성
- 제어 시스템 개발 및 시스템 성능 테스트

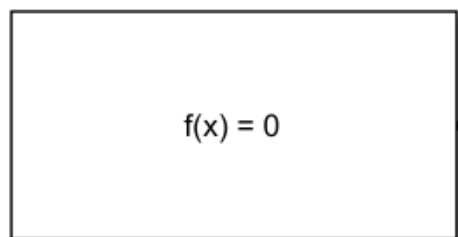


Simscape Multibody

- 로봇, 차량 서스펜션, 건설 장비, 항공기 착륙장치 등 3차원 기계 시스템의 다물체(Multibody) 시뮬레이션 환경을 제공



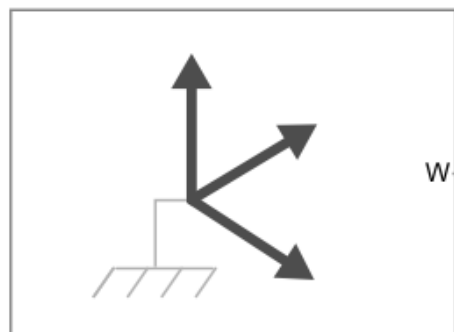
Simscape Multibody



Solver Configuration



Mechanism Configuration



World Frame

Solver Configuration

블록 파라미터: Solver Configuration

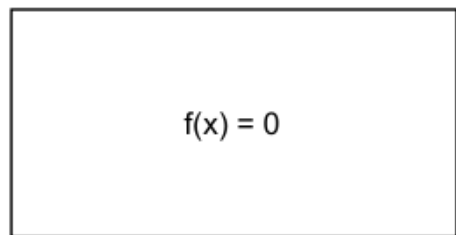
Solver Configuration 자동 적용

설정 설명

이름	값
방정식 정식화	시간
지수 축소 방법	도함수 대체
<input type="checkbox"/> 정상 상태에서 시뮬레이션 시작	
일관성 허용오차	모델의 절대 허용오차 및 상대 허용오차
허용오차 인자	0.001
<input type="checkbox"/> 로컬 솔버 사용	
<input type="checkbox"/> 고정 비용 런타임 일관성 반복 사용	
선형 대수	자동
지연 메모리 예산 [kB]	1024
<input checked="" type="checkbox"/> 필요한 경우 1차원/3차원 연결에서 필터링 적용	
필터링 시정수	0.001
> Multibody	

Simscape Multibody

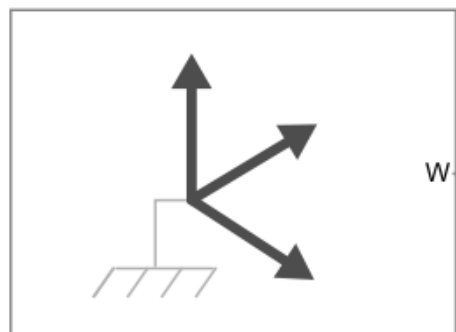
Mechanism Configuration



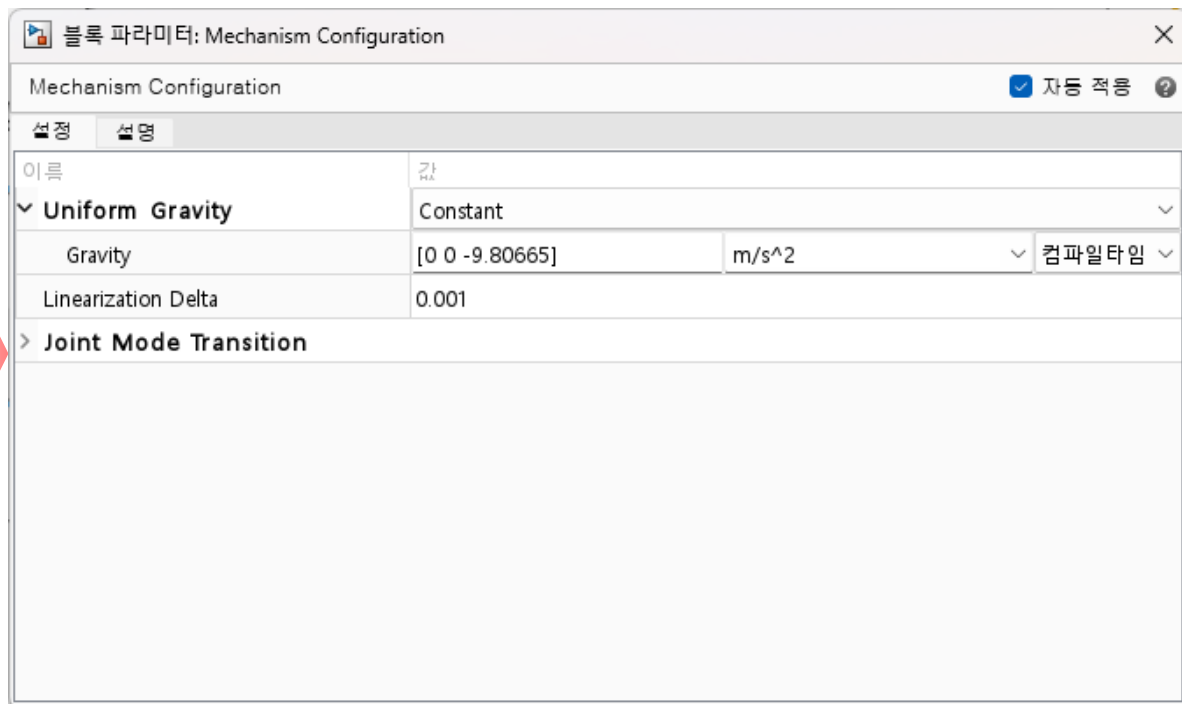
Solver Configuration



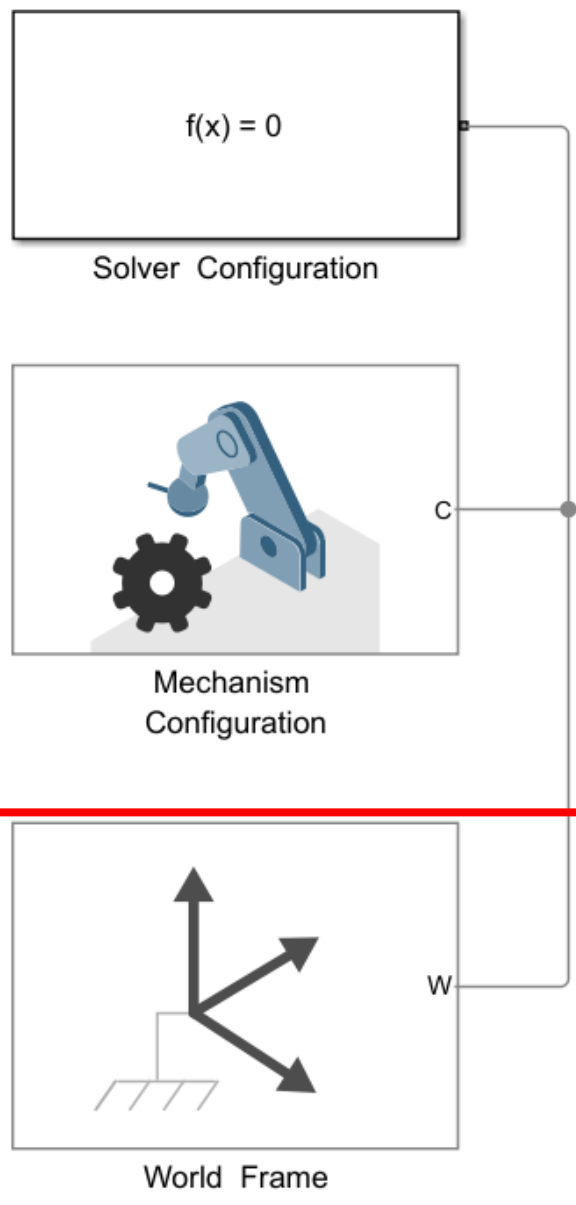
Mechanism Configuration



World Frame



Simscape Multibody



World Frame

블록 파라미터: World Frame

World Frame

설명

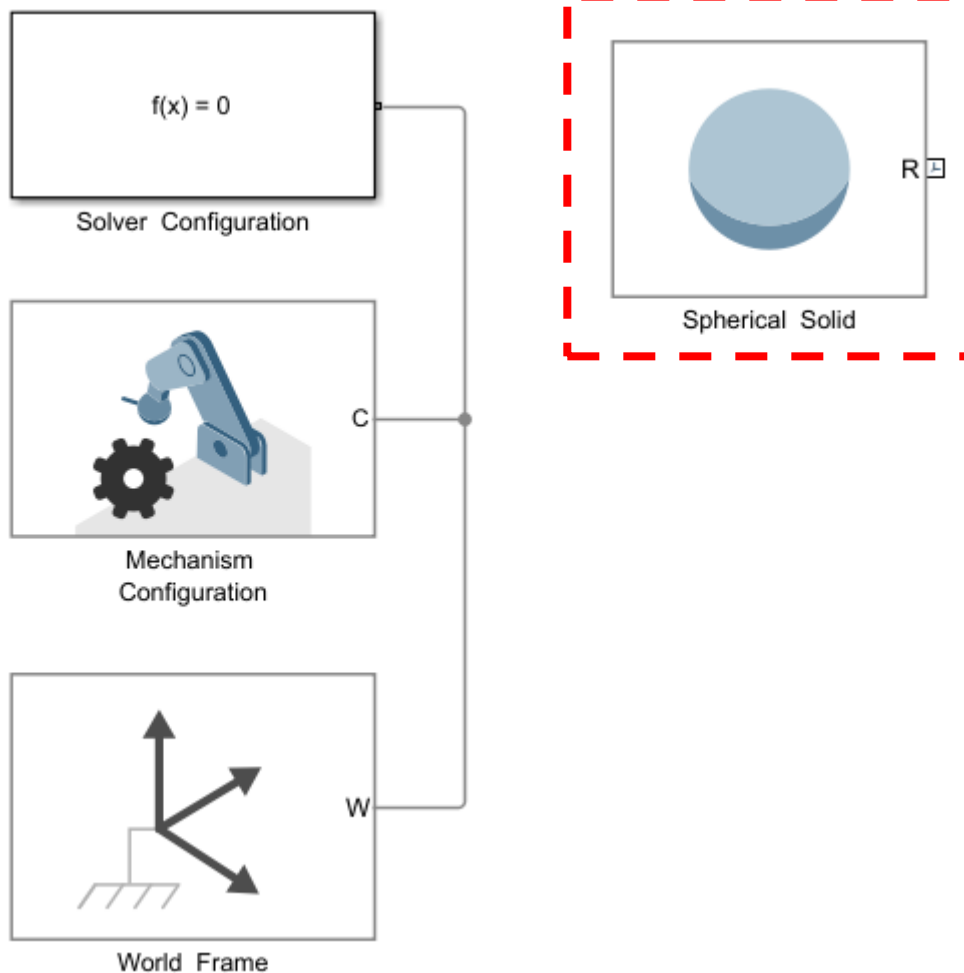
Provides access to the world or ground frame, a unique motionless, orthogonal, right-handed coordinate frame predefined in any mechanical model. The world frame is the ground of all frame networks in a mechanical model.

A model can have multiple World Frame blocks, but all represent the same frame.

Port W is a frame port identified with the world frame. Any frame port directly connected to W is also identified with the world frame.

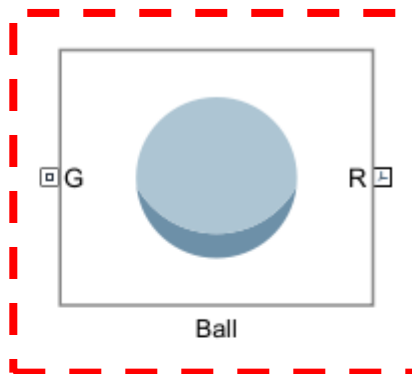
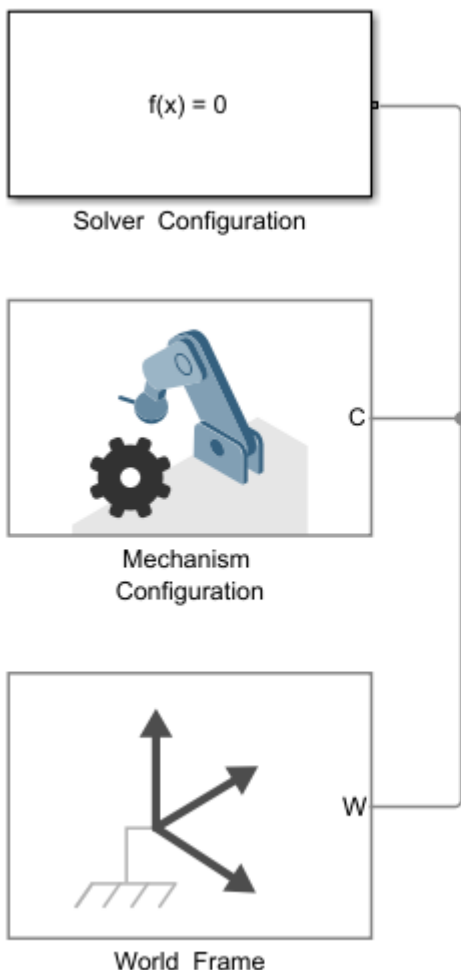
Simulink Practice2

- Spherical Solid 블록 추가



Simulink Practice2

- Spherical Solid 블록 더블 클릭 후, 이름 Ball로 변경 및 파라미터 값 수정



Block Parameters: Ball

HOME

Refresh Select Front Back Top Bottom Left Right Isometric Fit Fra

VIEW

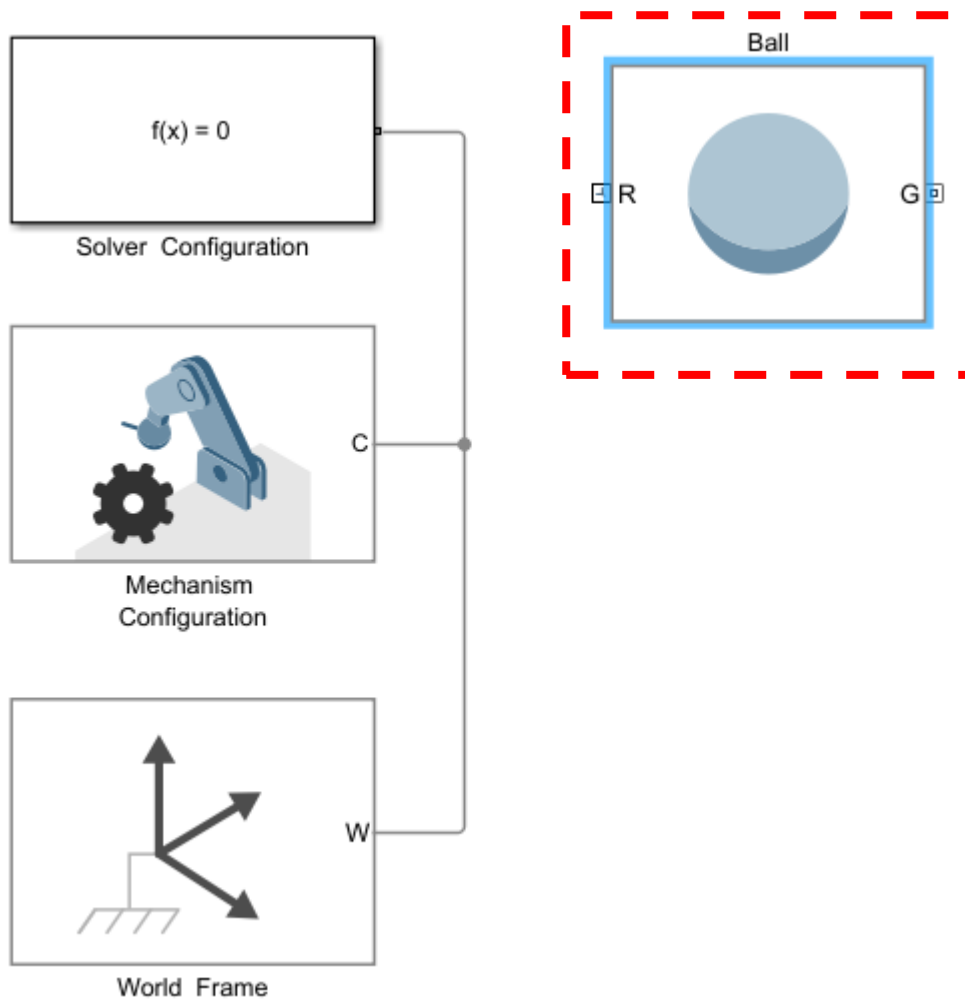
Solid

설정 설명

이름	값
Geometry	
Radius	10 cm 컴파일타임
Export	
<input checked="" type="checkbox"/> Entire Geometry	
Inertia	
Type	Calculate from Geometry
Based On	
Mass	1 kg 컴파일타임
Graphic	
Type	From Geometry
Visual Properties	
Diffuse Color [0.07451 0.502 0.1725]	
Opacity	1 컴파일타임
Frames	
<input checked="" type="checkbox"/> Show Port R	

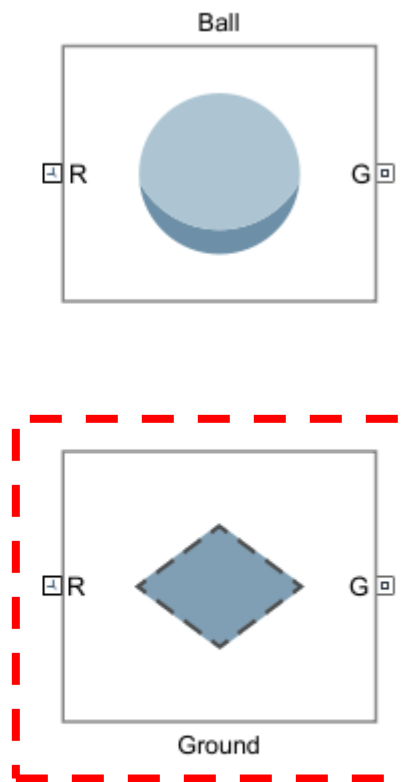
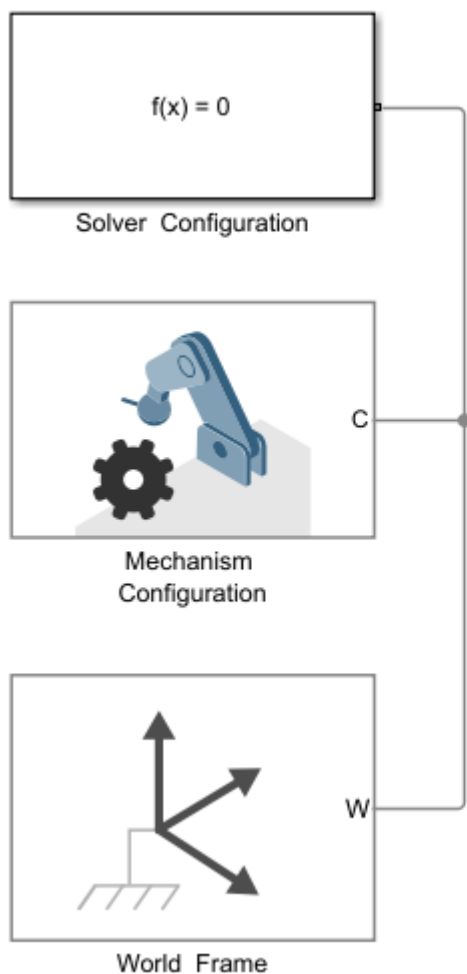
Simulink Practice2

- Ball 블록 클릭 후, ctrl + r 2번(R이 왼쪽에 오게끔 회전)



Simulink Practice2

- Infinite Plane 블록 추가 후, 이름을 Ground로 변경



블록 파라미터: Ground

Infinite Plane ☒ 자동 적용 ?

이름:

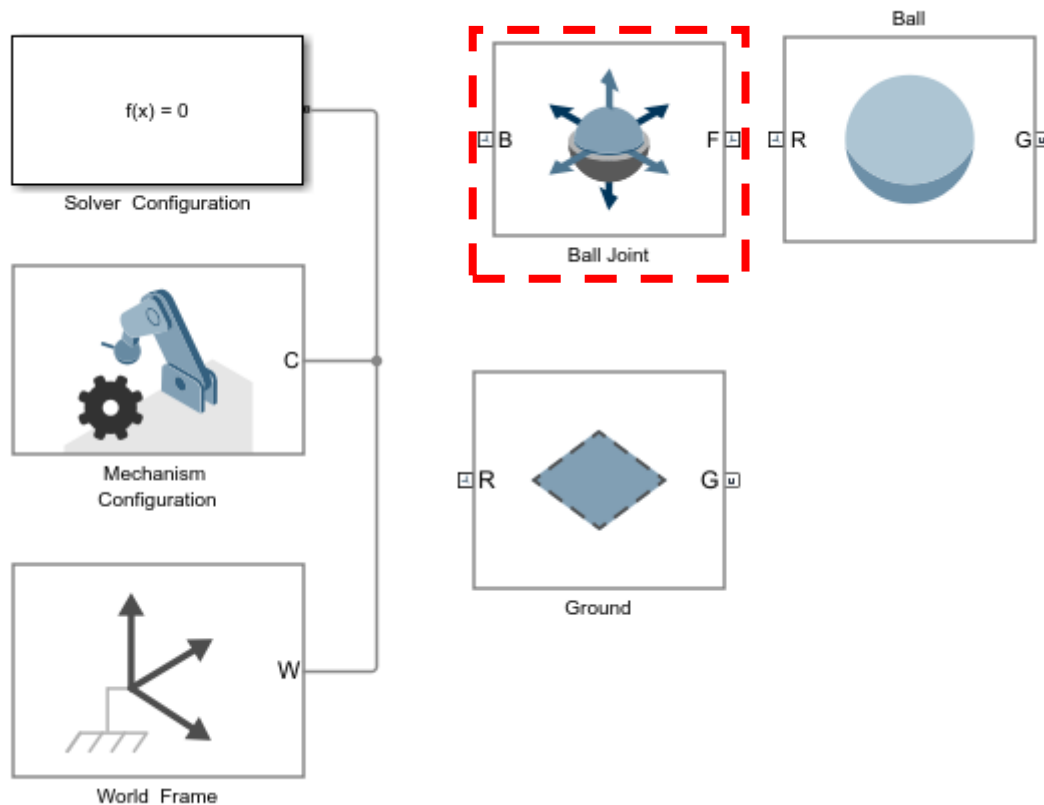
가:

▼ Graphic

Type	Rectangle	
Width (X)	1	m
Height (Y)	1	m
▼ Visual Properties	Simple	
Diffuse Color	[0.502 0.502 0.502]	
Opacity	1	컴파일타임 ▼

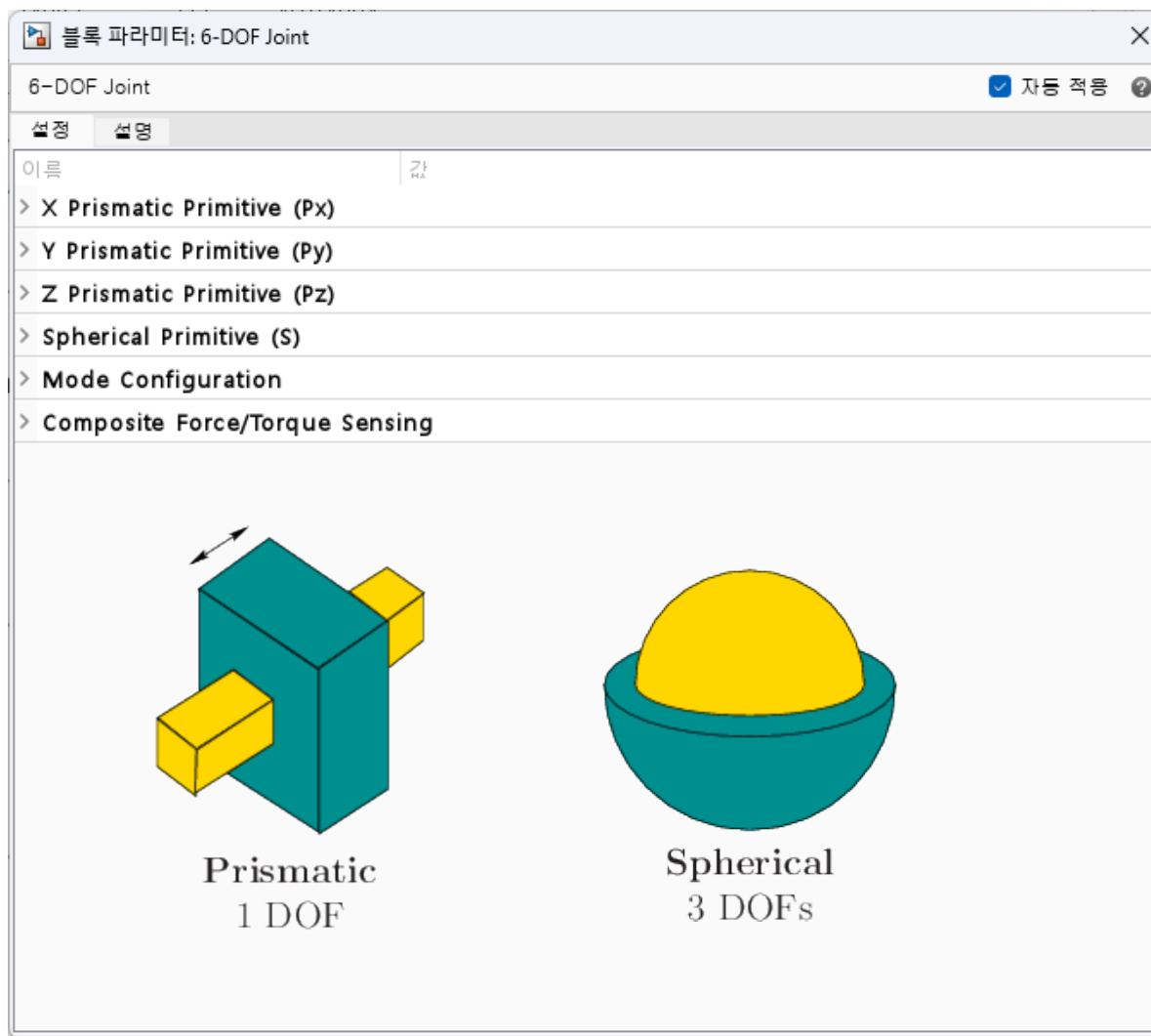
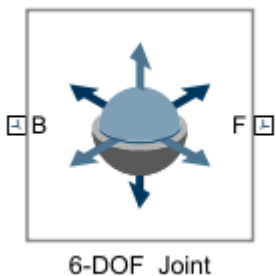
Simulink Practice2

- 6-DOF Joint 블록 추가 후, 이름을 Ball Joint로 변경



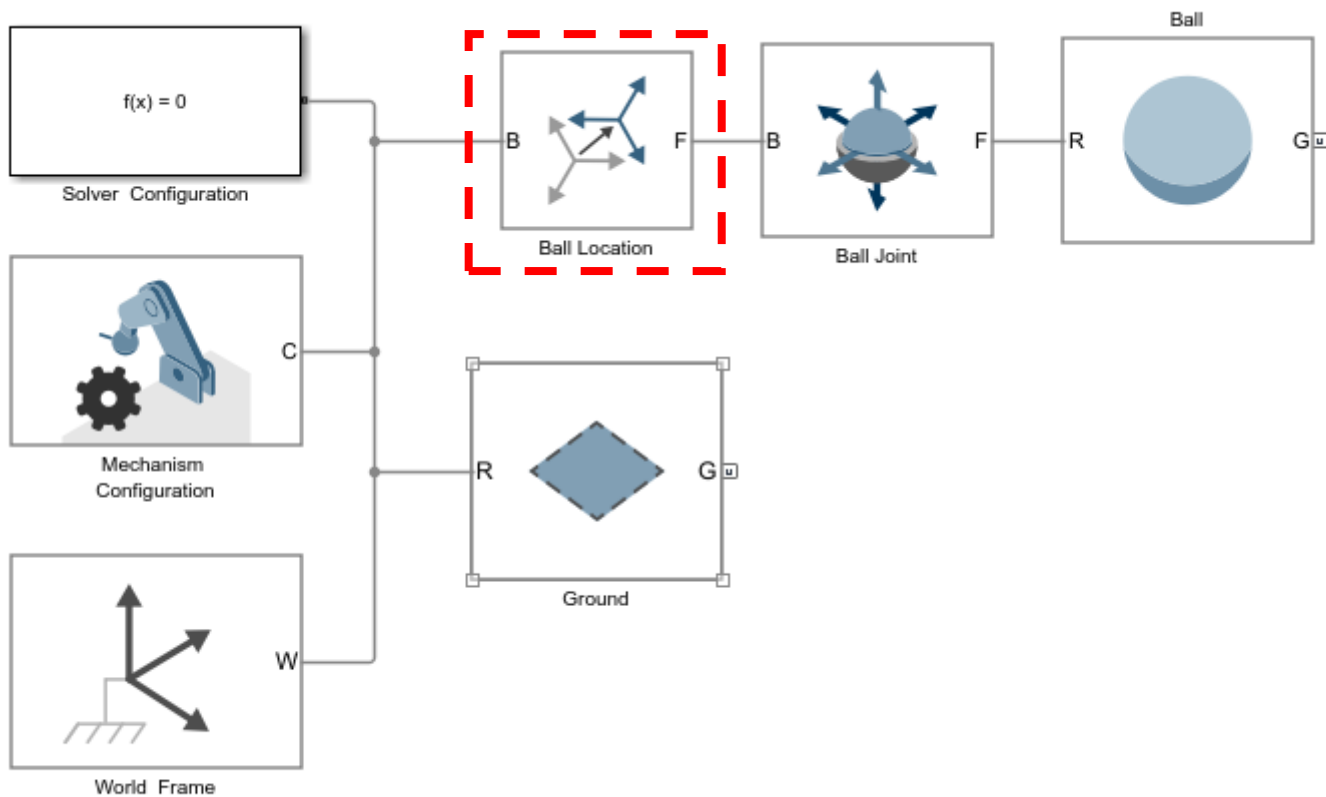
Simulink Practice2

• 6-DOF Joint 블록



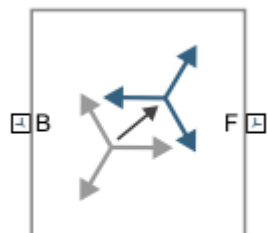
Simulink Practice2

- Rigid Transform 블록 추가 후, 이름을 Ball Location으로 변경



Simulink Practice2

- Rigid Transform 블록



Rigid Transform

블록 파라미터: Rigid Transform

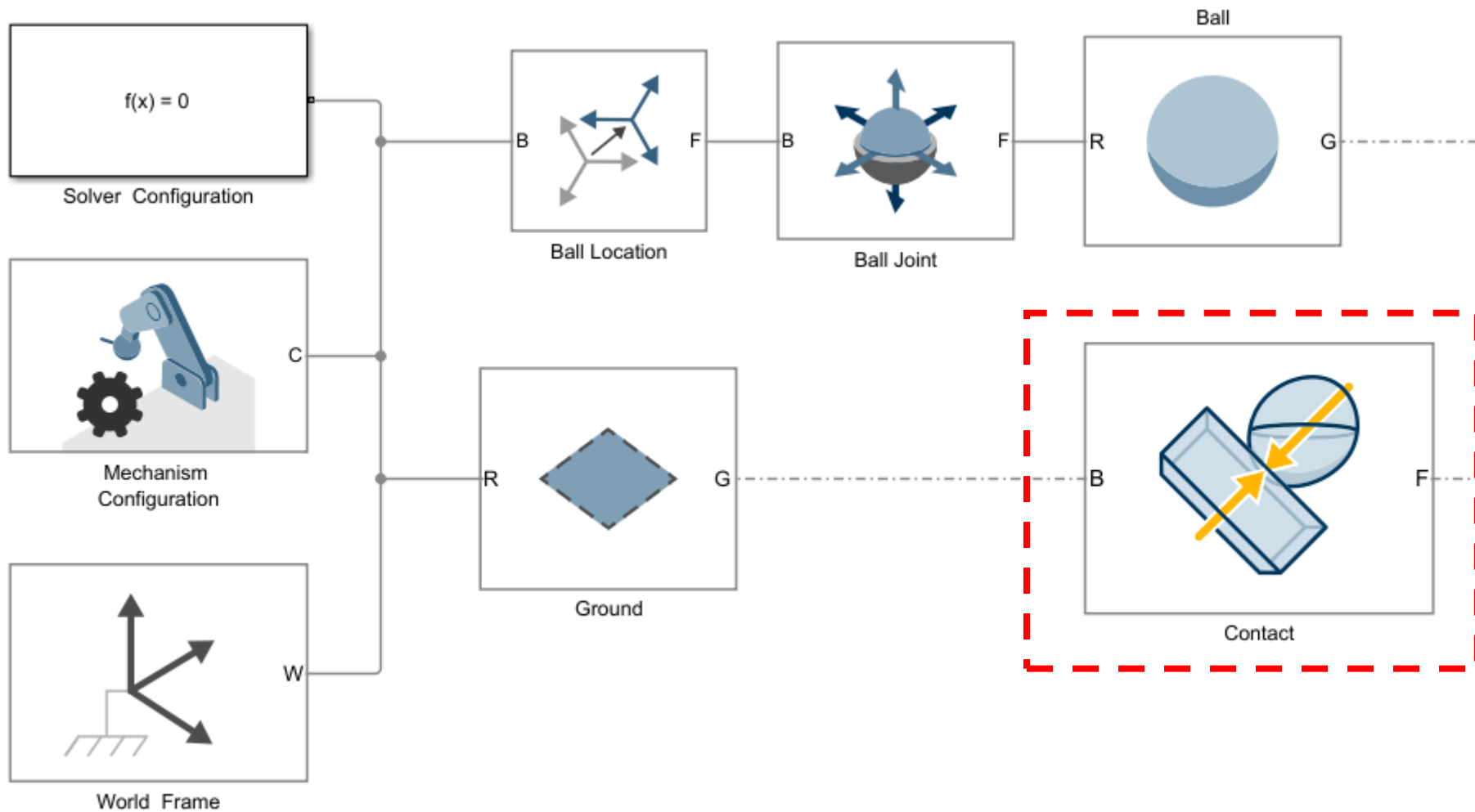
Rigid Transform ☒ 자동 적용 ?

설정 설명

이름	값
Rotation	
Method	None
Translation	
Method	None

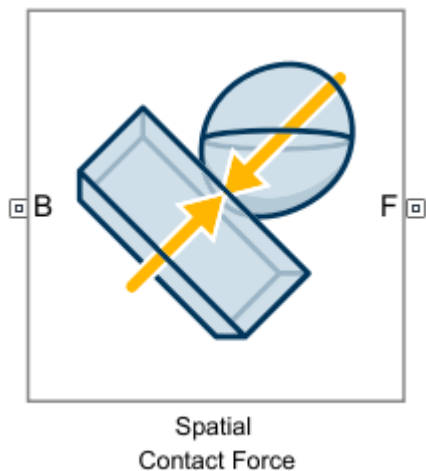
Simulink Practice2

- Spatial Contact Force 블록 추가 후, 이름을 Contact으로 변경



Simulink Practice2

• Spatial Contact Force 블록



블록 파라미터: Spatial Contact Force

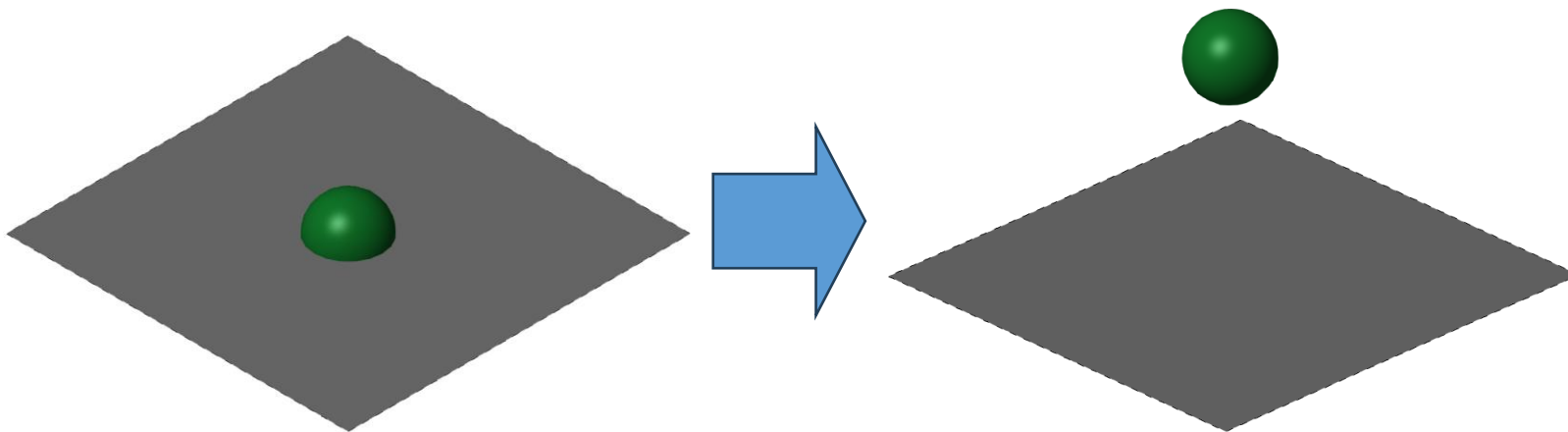
Spatial Contact Force ☒ 자동 적용 ?

설정 설명

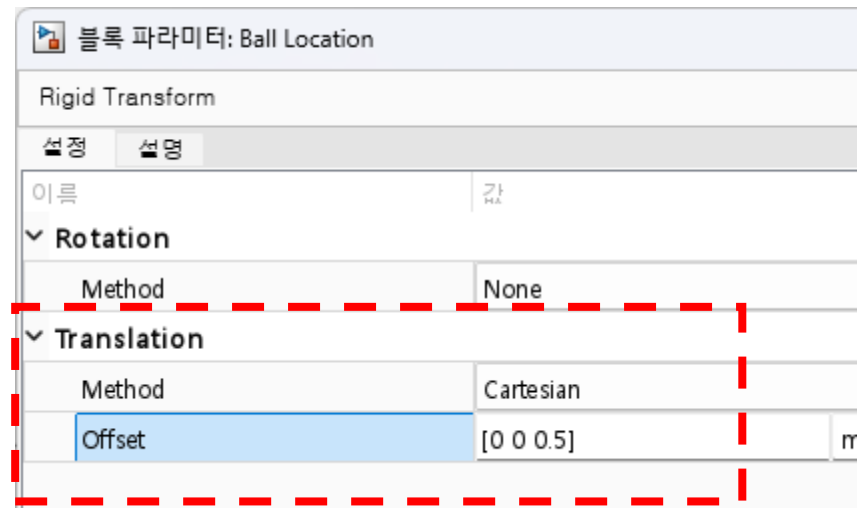
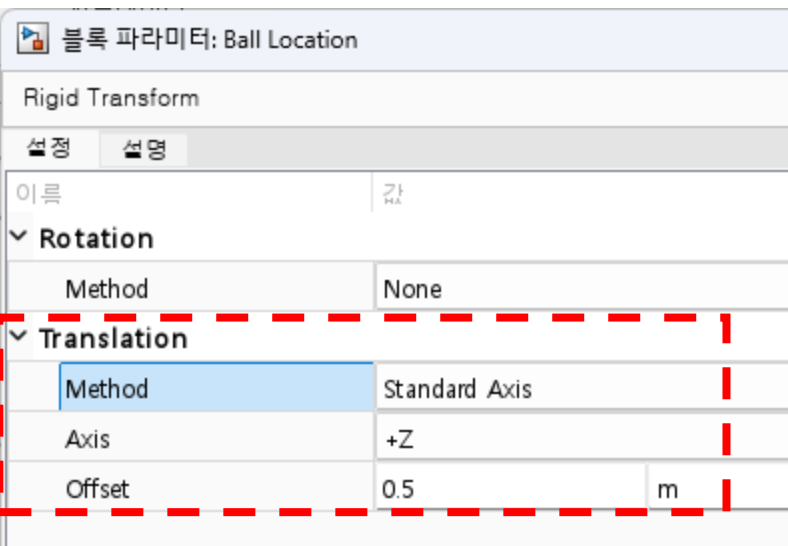
이름	값
Normal Force	
Method	Smooth Spring-Damper
Stiffness	1e6 N/m
Damping	1e3 N/(m/s)
Transition Region Width	1e-4 m
Frictional Force	
Method	Smooth Stick-Slip
Coefficient of Static Friction	0.5
Coefficient of Dynamic Friction	0.3
Critical Velocity	1e-3 m/s
Sensing	
<input type="checkbox"/> Contact Signal	
<input type="checkbox"/> Penetration Depth	
<input type="checkbox"/> Separation Distance	
<input type="checkbox"/> Relative Normal Velocity	
<input type="checkbox"/> Relative Tangential Velocity	
Force/Torque	
Direction	Base on Follower
Resolution Frame	Contact
<input type="checkbox"/> Normal Force	

Simulink Practice2

- Ball Location 블록 더블 클릭 후, Ball Joint의 초기 위치 변경



OR



Simulink Practice2

- 빈 공간 클릭 후 Ctrl + E , 중지 시간 및 스텝 크기 값 수정 후, 적용 확인

구성 파라미터: untitled2/Configuration (활성)

검색

솔버

- 데이터 가져오기/내보내기
- 수학 연산 및 데이터형
- ▶ 진단
 - 하드웨어 구현
 - 모델 참조
 - 시뮬레이션 타겟
 - Simscape
 - ▶ Simscape Multibody

시뮬레이션 시간

시작 시간: 0.0 중지 시간: 5

솔버 선택

유형: 가변 스텝 솔버: 자동(솔버 자동 선택)

▼ 솔버 세부 정보

최대 스텝 크기: 0.0001 상대 허용오차: 1e-3

최소 스텝 크기: auto 절대 허용오차: auto

초기 스텝 크기: auto ☒ 절대 허용오차 자동 스케일링

형태 보존: 모두 사용 안 함

연속 최소 스텝 수: 1

영점교차 옵션

영점교차 제어: 로컬 설정 사용 알고리즘: 비적응형

시간 허용오차: 10*128*eps 신호 임계값: auto

연속 영점교차 개수: 1000

태스킹 및 샘플 시간 옵션

☐ 데이터 전송을 위한 레이트 변경 자동 처리

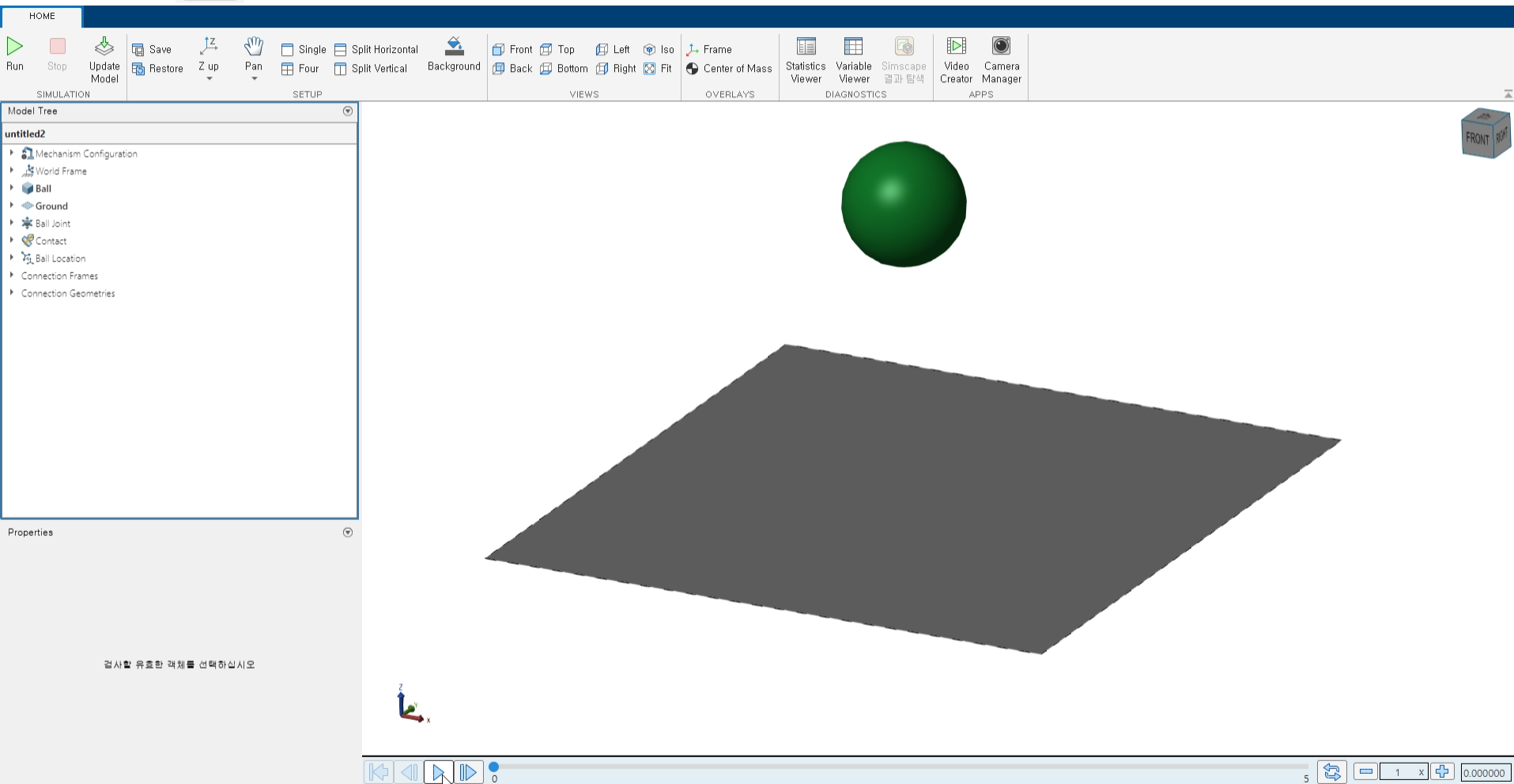
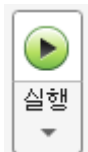
☐ 여러 태스크에서 입력 및 출력에 액세스할 수 있도록 허용

☐ 더 높은 우선 순위 값은 더 높은 태스크 우선 순위를 나타냄

확인 취소 도움말 적용

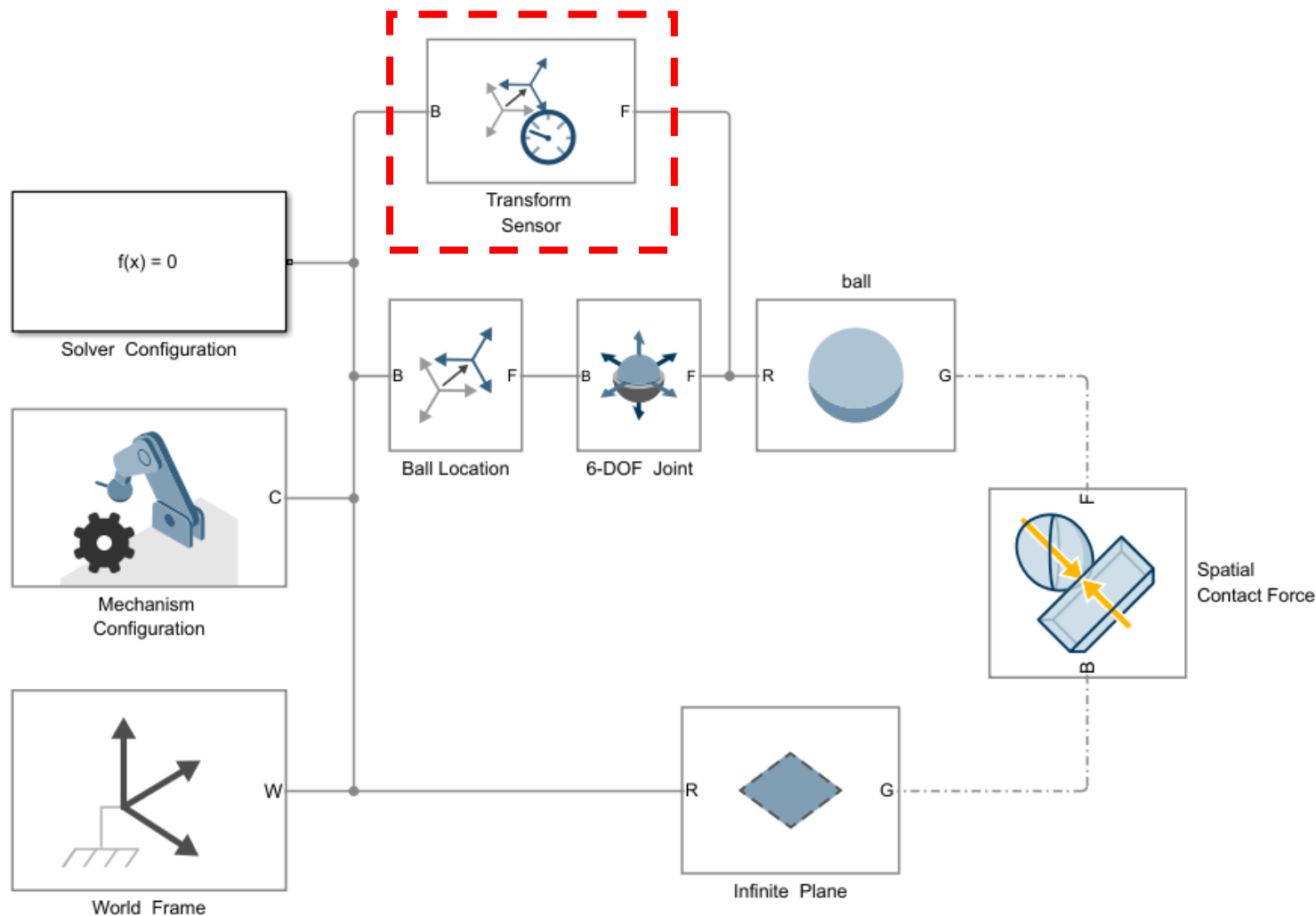
Simulink Practice2

• 실행



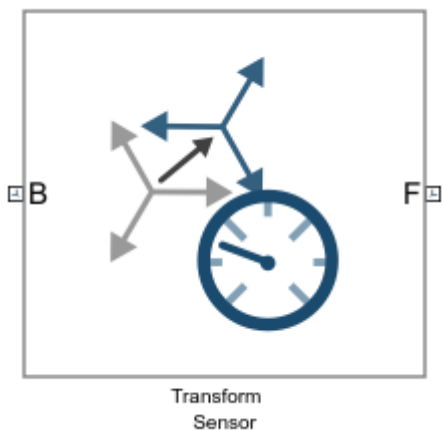
Simulink Practice2

- Transform Sensor 블록 추가



Simulink Practice2

• Transform Sensor 블록



블록 파라미터: Transform Sensor

Transform Sensor

설정 설명

이름

Measurement Frame

Sequence for Rotation Sequence

> Rotation

> Angular Velocity

> Angular Acceleration

▼ Translation

☐ X

☐ Y

☒ Z

☐ XYZ

☐ Radius

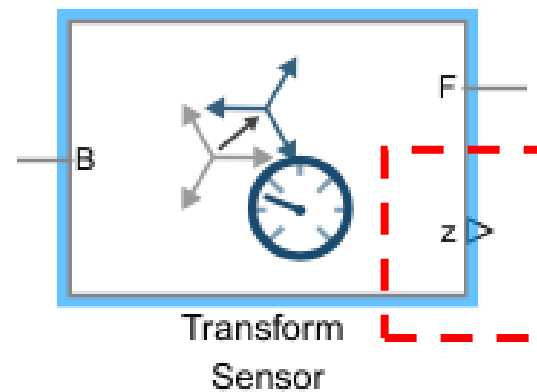
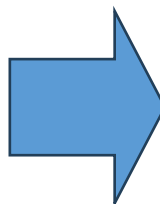
☐ Azimuth

☐ Distance

☐ Inclination

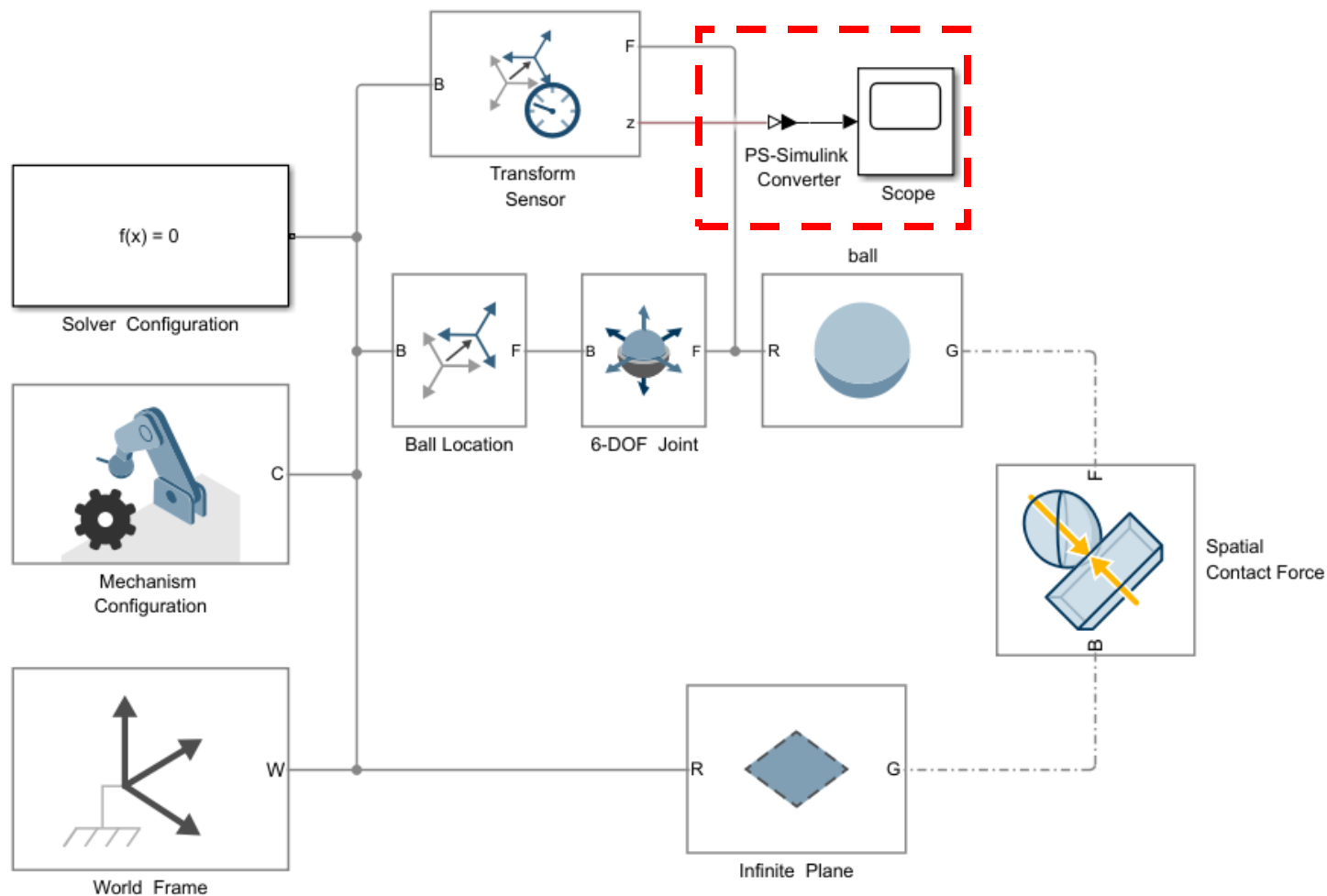
> Velocity

> Acceleration



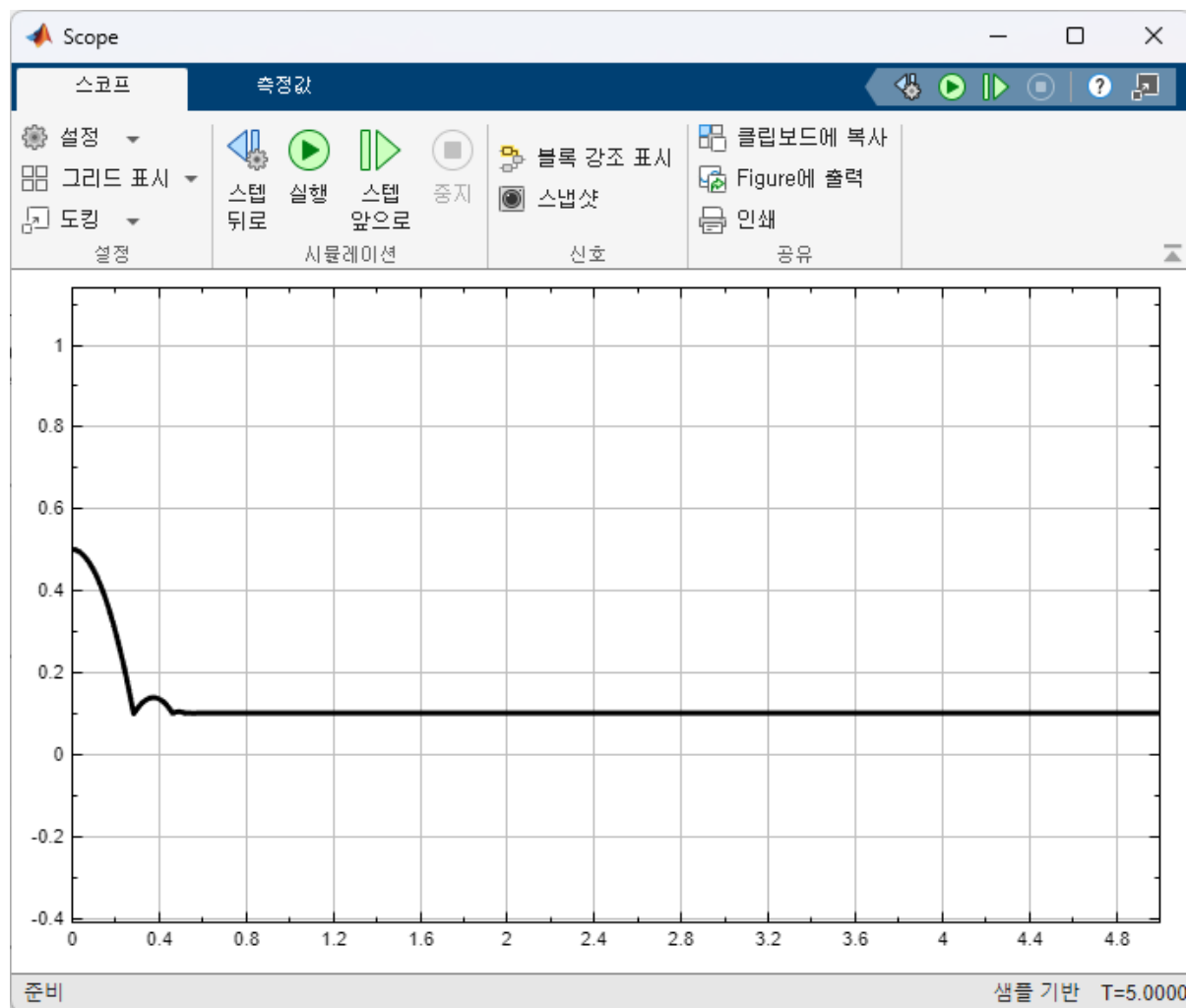
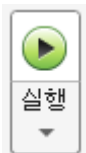
Simulink Practice2

- PS-Simulink Converter 블록, Scope 블록 추가



Simulink Practice2

- 실행  후 Scope 블록 클릭. 공의 중심 위치(z축) 변화 그래프 확인 가능



Q&A

Thank you