

自動控制

SimMechanics

Version 1.0

教授：張 仁 宗 教授

助教：林 敬 祐

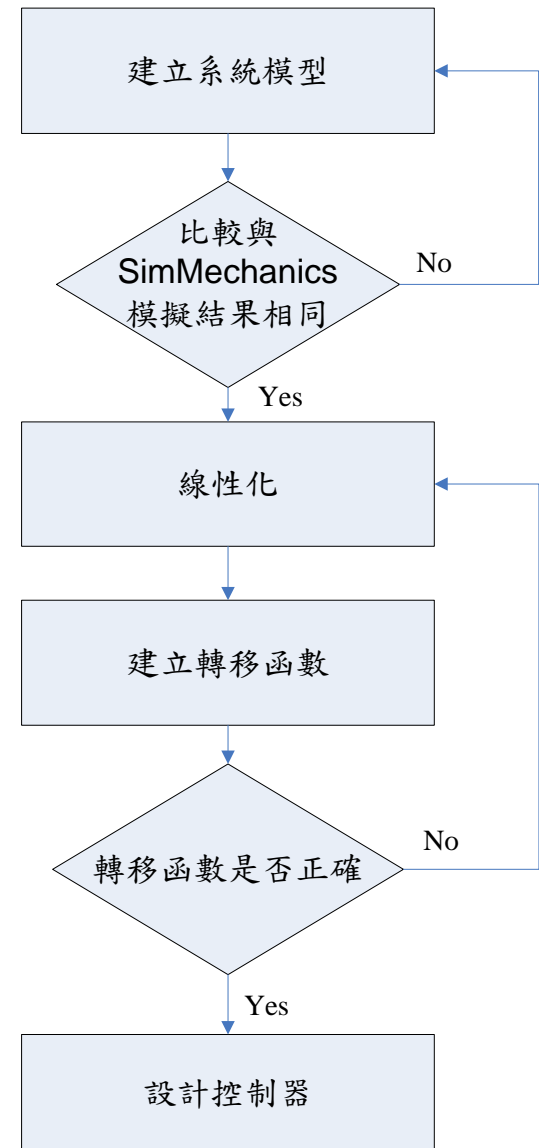
吳 政 達

目錄

- SimMechanics 簡介
- SimMechanics 常用方塊介紹
- SimMechanics 模擬動畫設定
- SimMechanics 例題
- Debug
- SimMechanics 版本

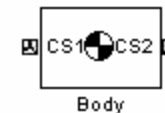
SimMechanics 簡介

在許多機械系統中，我們無法輕易的得到系統的模型，但是透過 SimMechanics 我們可以很容易的去模擬機械運動，缺點是我們無法知道系統的運動方程式，所以我們還需要透過建模，與 Simulink 模擬，來修正運動方程式，進而設計控制器。



SimMechanics 常用方塊介紹(1)

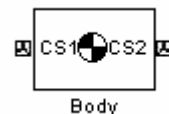
■ SimMechanics => Bodies =>



設定質量慣性矩(相對於重心)

設定質量

設定重心位置
Name為CG是此物體的重心



設定聯結點
左邊為CS1
右邊為CS2

設定聯結點座標相對於CG(重心)或
是ADJOINING(相對於Joints)
亦可設定為WORLD(絕對座標)

Block Parameters: Body

Body
Represents a user-defined rigid body. Body defined by mass m , inertia tensor I , and coordinate origins and axes for center of gravity (CG) and other user-specified Body coordinate systems. This dialog sets Body initial position and orientation, unless Body and/or connected Joints are actuated separately.

Mass properties

Mass: 1 kg

Inertia: eye(3) $\text{kg}\cdot\text{m}^2$
*with respect to the CG (Center of Gravity) Body coordinate system

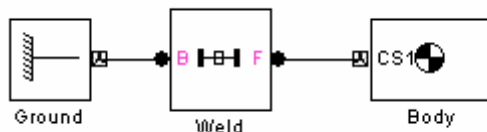
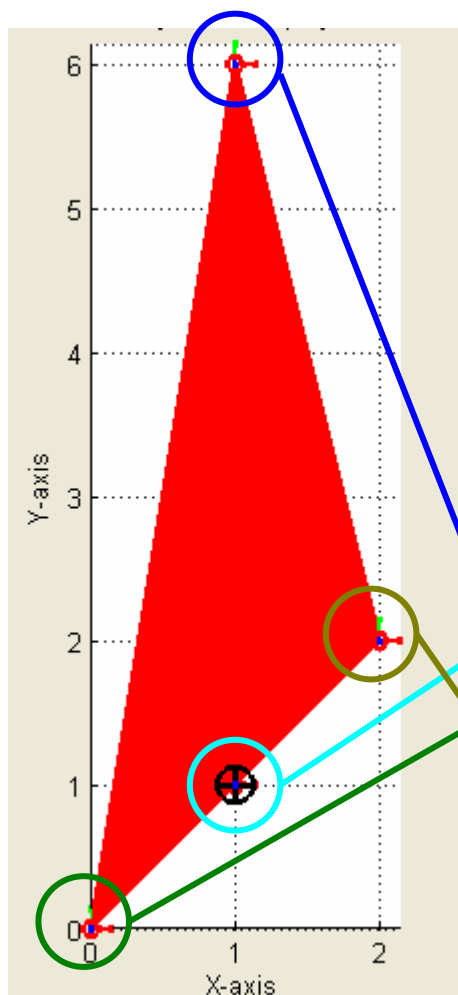
Body coordinate systems

Position Orientation

Show port	Port side	Name	Origin position vector [x y z]	Units	Translated from origin of	Components in axes of
<input type="checkbox"/>	Left	CG	[0 0 0]	m	WORLD	WORLD
<input checked="" type="checkbox"/>	Left	CS1	[1 0 0]	m	CG	CG
<input checked="" type="checkbox"/>	Right	CS2	[-1 0 0]	m	ADJOINING	ADJOINING

OK Cancel Help Apply

SimMechanics 常用方塊介紹(2)

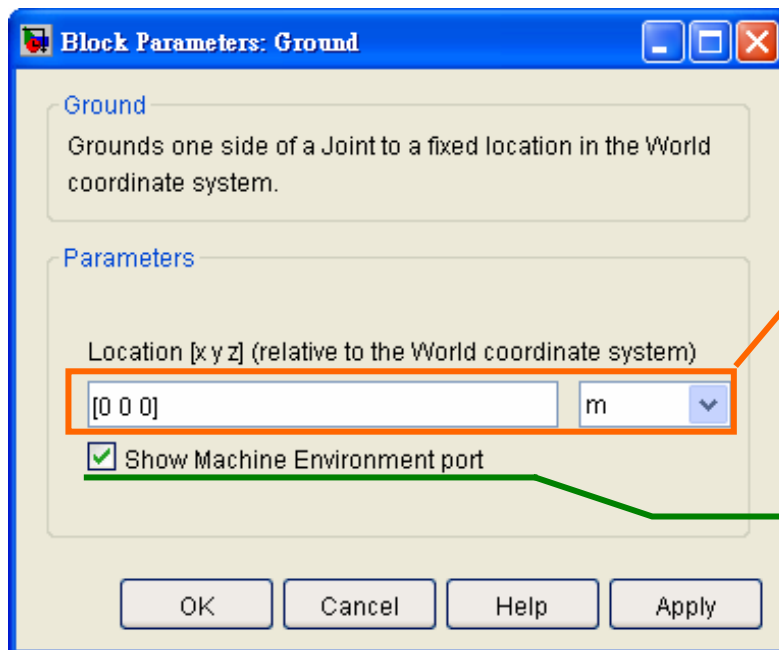
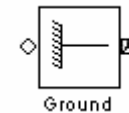


Body coordinate systems

Position		Orientation				
Show port	Port side	Name	Origin position vector [x y z]	Units	Translated from origin of	Components in axes of
<input type="checkbox"/>	Left	CG	[1 1 0]	m	WORLD	WORLD
<input checked="" type="checkbox"/>	Left	CS1	[0 0 0]	m	WORLD	WORLD
<input type="checkbox"/>	Right	CS2	[0.5 0]	m	CG	CG
<input type="checkbox"/>	Right	CS3	[1 1 0]	m	CG	CG

SimMechanics 常用方塊介紹(3)

■ SimMechanics => Bodies =>

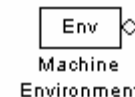


設定固定點

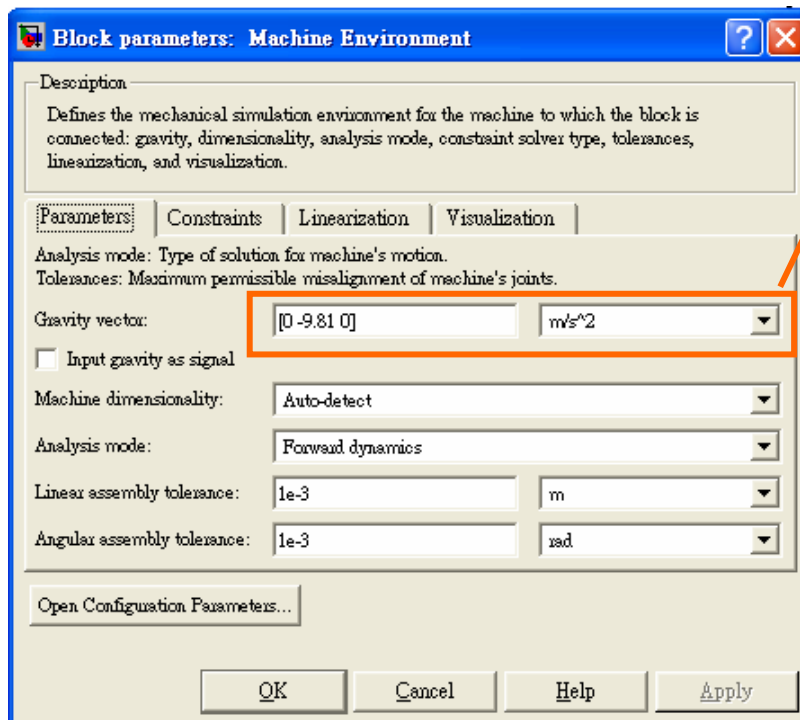
打勾時可與Machine Environment聯結

SimMechanics 常用方塊介紹(4)

■ SimMechanics => Bodies =>



此方塊用來設定環境變數與線性化範圍。

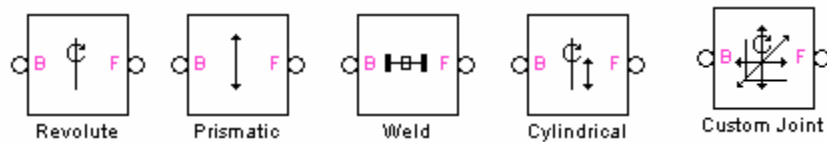


設定重力方向 [0 -9.81 0]
分別表示為[X Y Z]三軸之重力

SimMechanics 常用方塊介紹(5)

■ SimMechanics => Joints

Joints種類繁多以下介紹常用方塊。

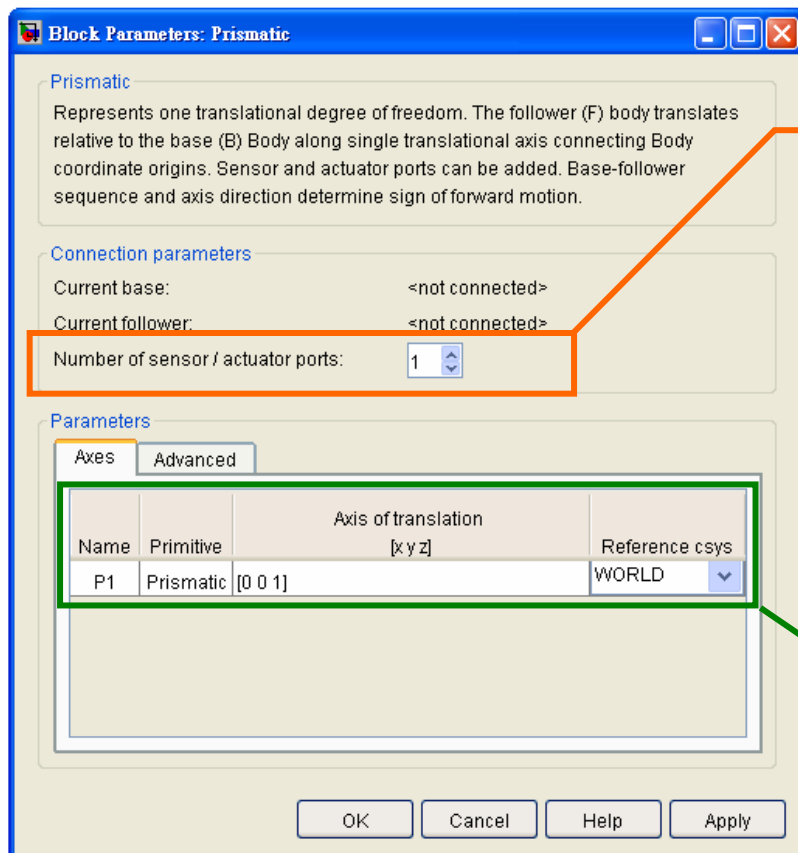


- 以上四個方塊分別為，旋轉、平移、固定、旋轉加平移與自定義joints。

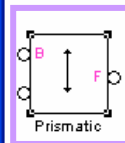
SimMechanics 常用方塊介紹(6)

■ SimMechanics => Joints

■ 以平移為例



設定聯結點的數量，預設為0時有2個聯結點。



設定聯結點設定為1的結果

[0 0 1]表示對Z軸平移

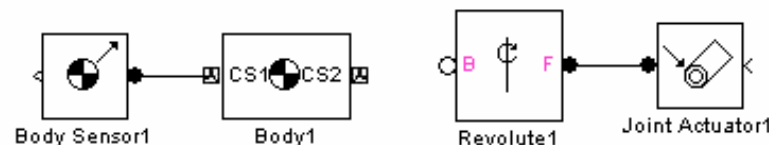
SimMechanics 常用方塊介紹(7)

- SimMechanics => Sensors & Actuators
- 在這邊特別將body和joint用的sensor或actuator分開，通常joint的sensor和actuator使用上較body的容易。
- Sensor或actuator的輸出或輸入通常不只一個，請用mux或demux方塊。

- 錯誤的使用：

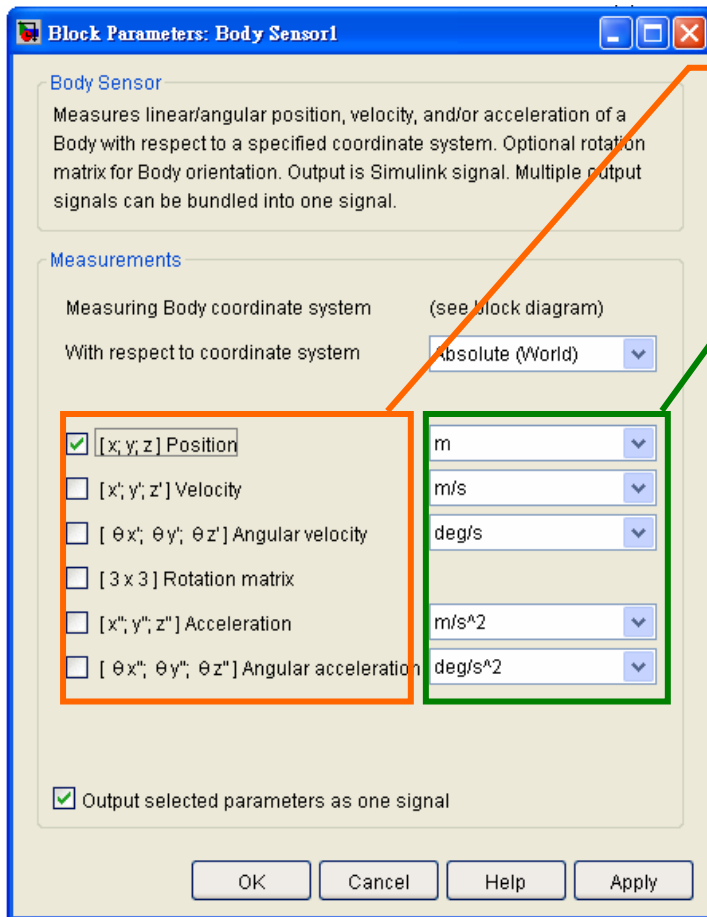
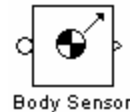


- 正確的使用：



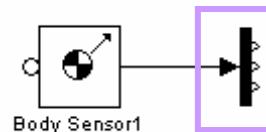
SimMechanics 常用方塊介紹(8)

■ SimMechanics => Sensors & Actuators =>



設定sensors量測的訊息，由上到下分別為：
位置、速度、角速度、
旋轉矩陣、加速度、角加速度。

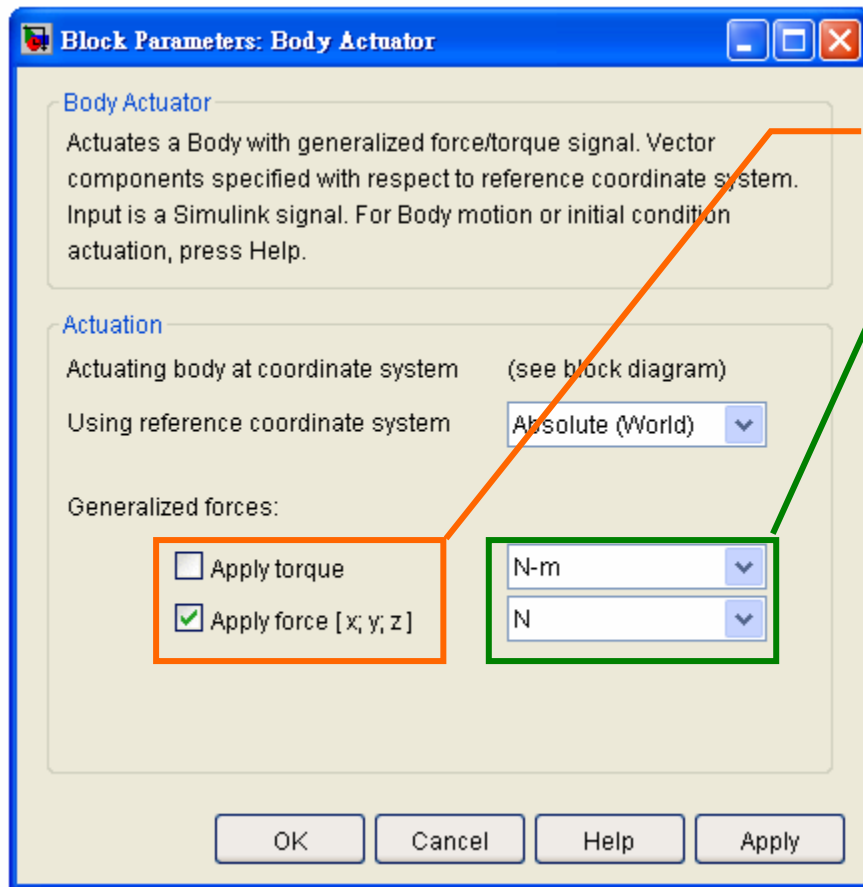
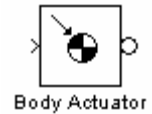
設定顯示的單位



除了旋轉矩陣為9個訊號，外其他
皆為3個，請用demux方塊分開，
由上到下分別為x,y,z軸之訊息。

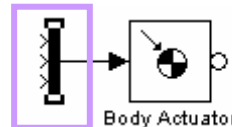
SimMechanics 常用方塊介紹(9)

■ SimMechanics => Sensors & Actuators =>



在body上的作用力，上和下分別是力矩和力。

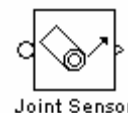
作用力的單位。



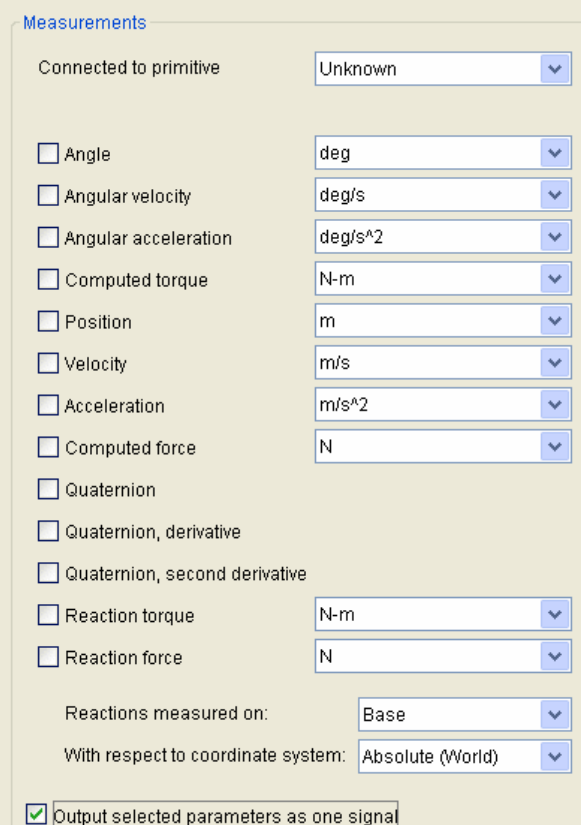
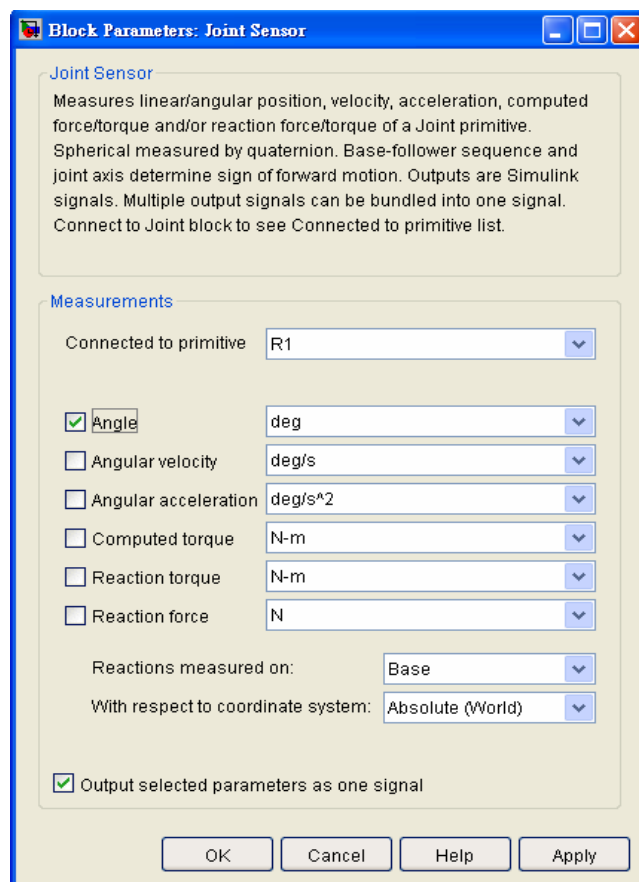
當作用力設定為力時，需要輸入3個訊號，可以用mux合成。

SimMechanics 常用方塊介紹(10)

■ SimMechanics => Sensors & Actuators =>

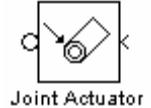


左右兩張圖都是joint sensor的設定，不同的是左圖聯結到旋轉的 joint 上，而右圖未被連結，當 joint sensor 聯結到不同的 joint 上時可以選的內容也將不同。



SimMechanics 常用方塊介紹(11)

■ SimMechanics => Sensors & Actuators =>



Actuation

Connected to primitive: Unknown

☒ Generalized forces

Apply torque (revolute only): N-m

Apply force (prismatic only): N

☐ Motion

Apply rotational motion (revolute only)

Angle: deg

Angular velocity: deg/s

Angular acceleration: deg/s^2

Apply translational motion (prismatic only)

Position: m

Velocity: m/s

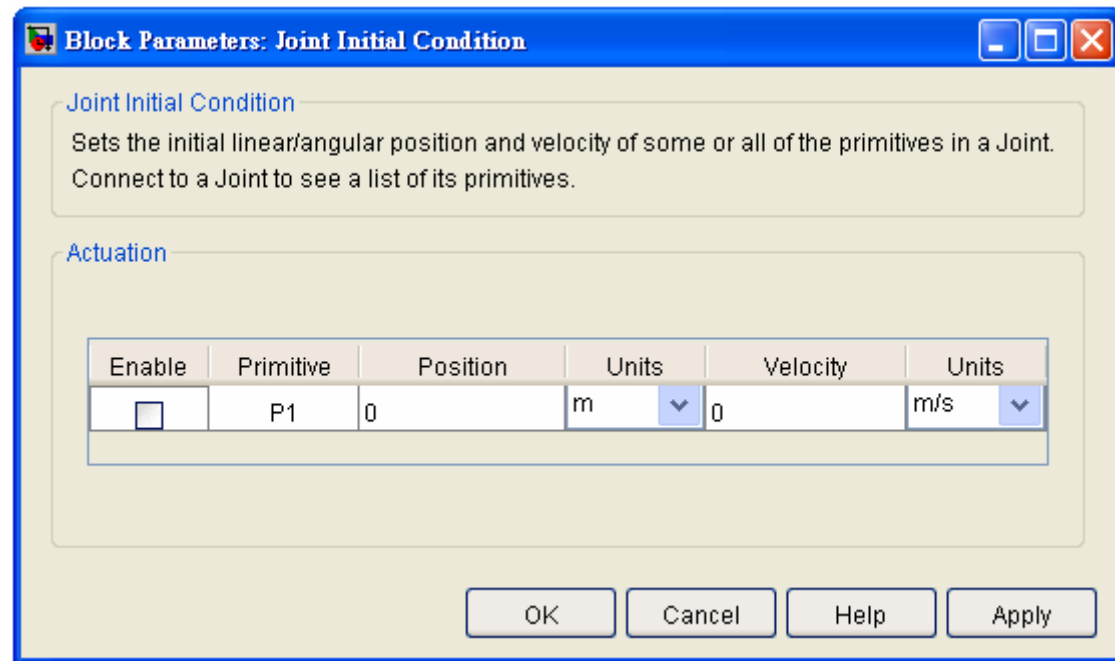
Acceleration: m/s^2

OK Cancel Help Apply

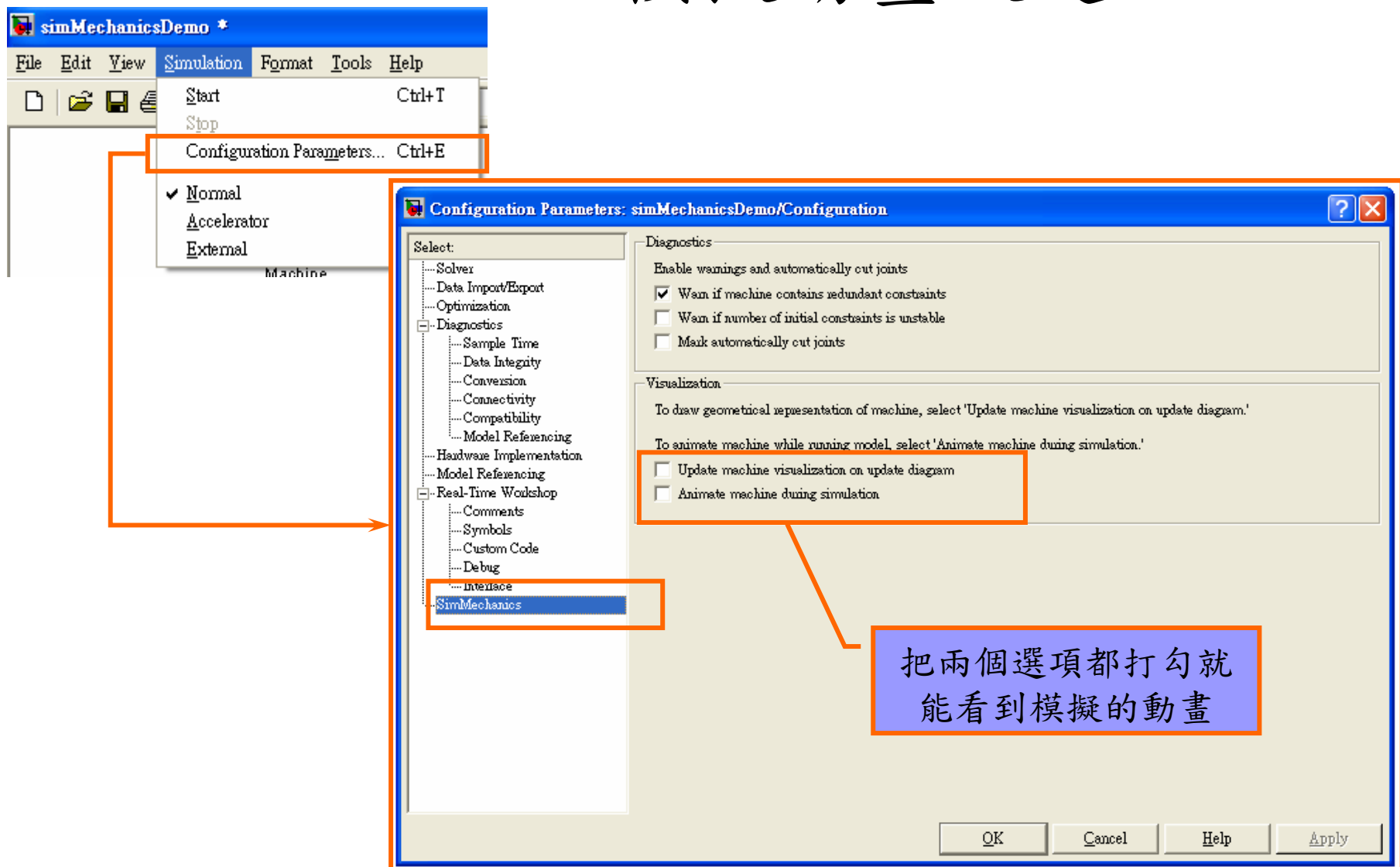
Joint actuator 和 joint sensor 一樣，會因為聯結的 joint 不同而有不同的選項，通常 Joint actuator 和 joint sensor 輸入或輸出的訊號都為1個，這就是它比 body sensor 或 body actuator 更加便利的原因。

SimMechanics 常用方塊介紹(12)

- SimMechanics => Sensors & Actuators =>  Joint Initial Condition
- 這個方塊是用再給joint初始條件，它也會因為joint的不同，能給的初始條件也不同，在機械系統中，初始條件不外乎位置和速度以及角位移和角速度，下圖為聯結到平移的joint上。

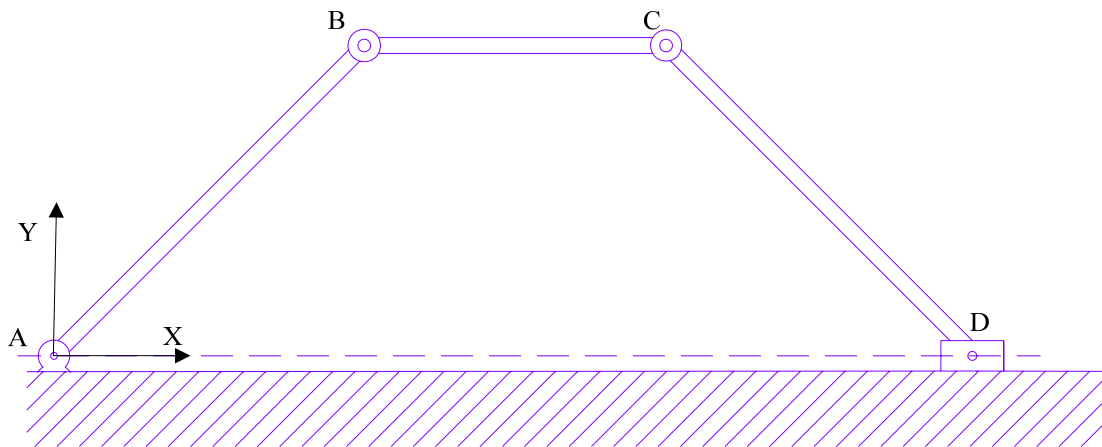


SimMechanics 模擬動畫設定

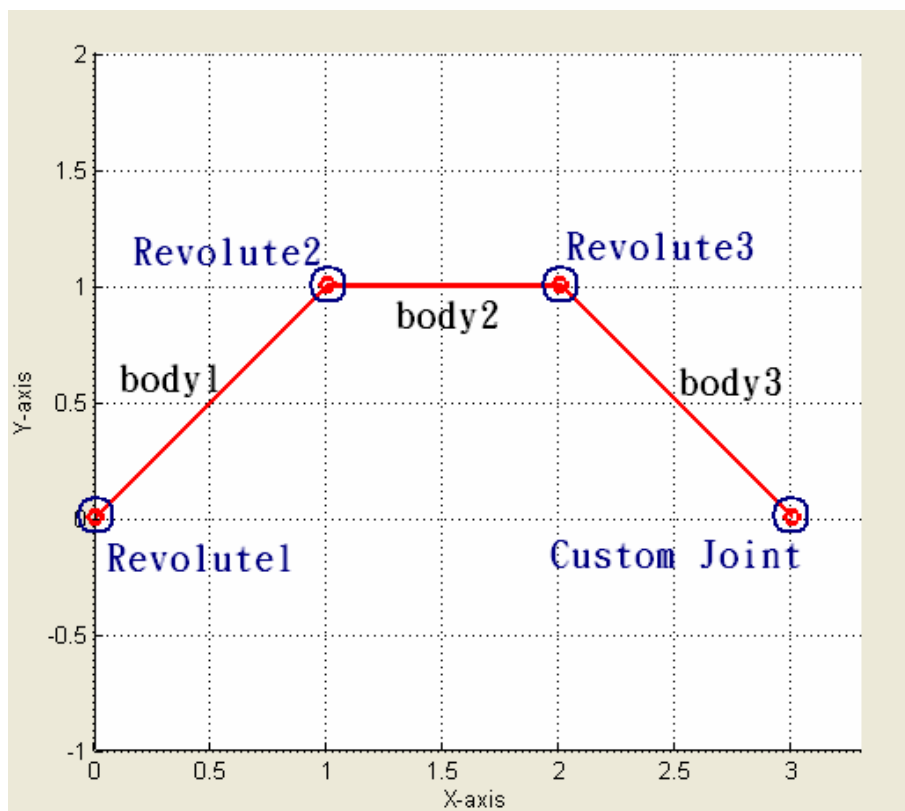
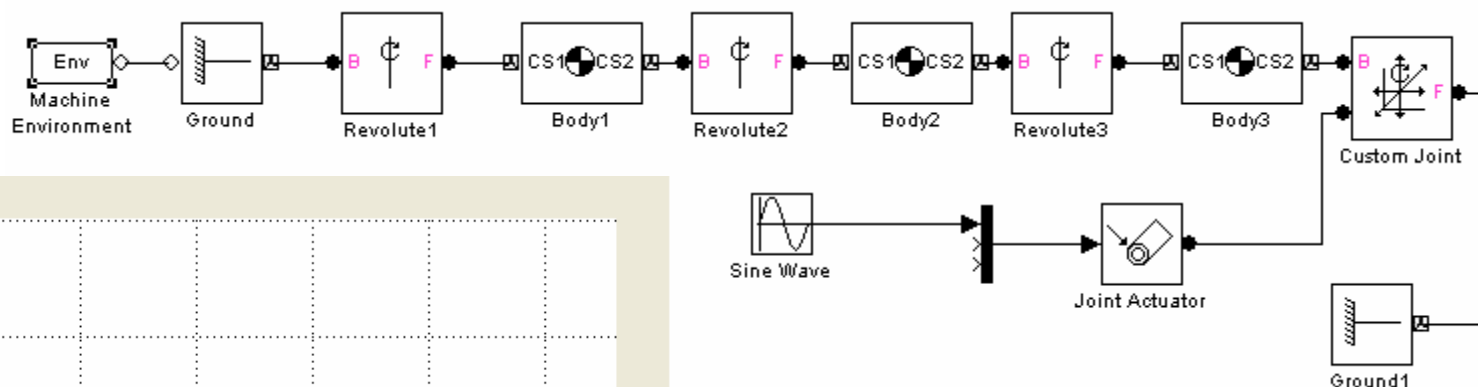


SimMechanics 例題

- 如下圖四連桿機構，其中A、B、C三接點能對Z軸旋轉，D點為滑塊，在D點有一個水平方向的位移為 $0.5\sin(t)$ m，試著模擬整個系統的運動，且系統在水平面上運動，座標分別為A(0,0) B(1,1) C(2,1) D(3,0)。



SimMechanics 例題



SimMechanics 例題

■ 方塊設定

Body1

Body2

Body3

Body coordinate systems

Position Orientation

Show port	Port side	Name	Origin position vector [x y z]	Units	Translated from origin of	Components in axes of
<input type="checkbox"/>	Left	CG	[0.5 0.5 0]	m	WORLD	WORLD
<input checked="" type="checkbox"/>	Left	CS1	[0 0 0]	m	WORLD	WORLD
<input checked="" type="checkbox"/>	Right	CS2	[1 1 0]	m	WORLD	WORLD

Body coordinate systems

Position Orientation

Show port	Port side	Name	Origin position vector [x y z]	Units	Translated from origin of	Components in axes of
<input type="checkbox"/>	Left	CG	[1.5 1 0]	m	WORLD	WORLD
<input checked="" type="checkbox"/>	Left	CS1	[0 0 0]	m	ADJOINING	ADJOINING
<input checked="" type="checkbox"/>	Right	CS2	[2 1 0]	m	WORLD	WORLD

Body coordinate systems

Position Orientation

Show port	Port side	Name	Origin position vector [x y z]	Units	Translated from origin of	Components in axes of
<input type="checkbox"/>	Left	CG	[2.5 0.5 0]	m	WORLD	WORLD
<input checked="" type="checkbox"/>	Left	CS1	[0 0 0]	m	ADJOINING	ADJOINING
<input checked="" type="checkbox"/>	Right	CS2	[3 0 0]	m	WORLD	WORLD

SimMechanics 例題

■ 方塊設定

Parameters

Axes Advanced

Name	Primitive	Axis of rotation [x y z]	Reference csys
R1	Revolute	[0 0 1]	WORLD

Revolute1~3

Connection parameters

Current base: CS2@Body3

Current follower: GND@Ground1

Number of sensor / actuator ports: 1

Parameters

Axes Advanced

Name - Primitive	Axis of action [x y z]	Reference csys
R1 - Revolute	[0 0 1]	WORLD
P1 - Prismatic	[1 0 0]	WORLD

Custom Joint

因為多聯結 Joint Actuator
所以設定為1

SimMechanics 例題

■ 方塊設定

Location [x y z] (relative to the World coordinate system)

[0 0 0]

m

☒ Show Machine Environment port

Ground

Location [x y z] (relative to the World coordinate system)

[3 0 0]

m

☐ Show Machine Environment port

Ground1

Parameters Constraints Linearization Visualization

Analysis mode: Type of solution for machine's motion.

Tolerances: Maximum permissible misalignment of machine's joints.

Gravity vector:

[0 0 -9.81]

m/s^2

☐ Input gravity as signal

Machine dimensionality:

Auto-detect

Analysis mode:

Forward dynamics

Linear assembly tolerance:

1e-3

m

Angular assembly tolerance:

1e-3

rad

Open Configuration Parameters...

Machine Environment

因為在水平面上運動所以設為[0 0 -9.81]

SimMechanics 例題

■ 方塊設定

Joint Actuator

Actuation

Connected to primitive P1

☐ Generalized forces

Apply torque (revolute only) N-m

Apply force (prismatic only) N

☒ Motion

Apply rotational motion (revolute only)

Angle deg

Angular velocity deg/s

Angular acceleration deg/s^2

Apply translational motion (prismatic only)

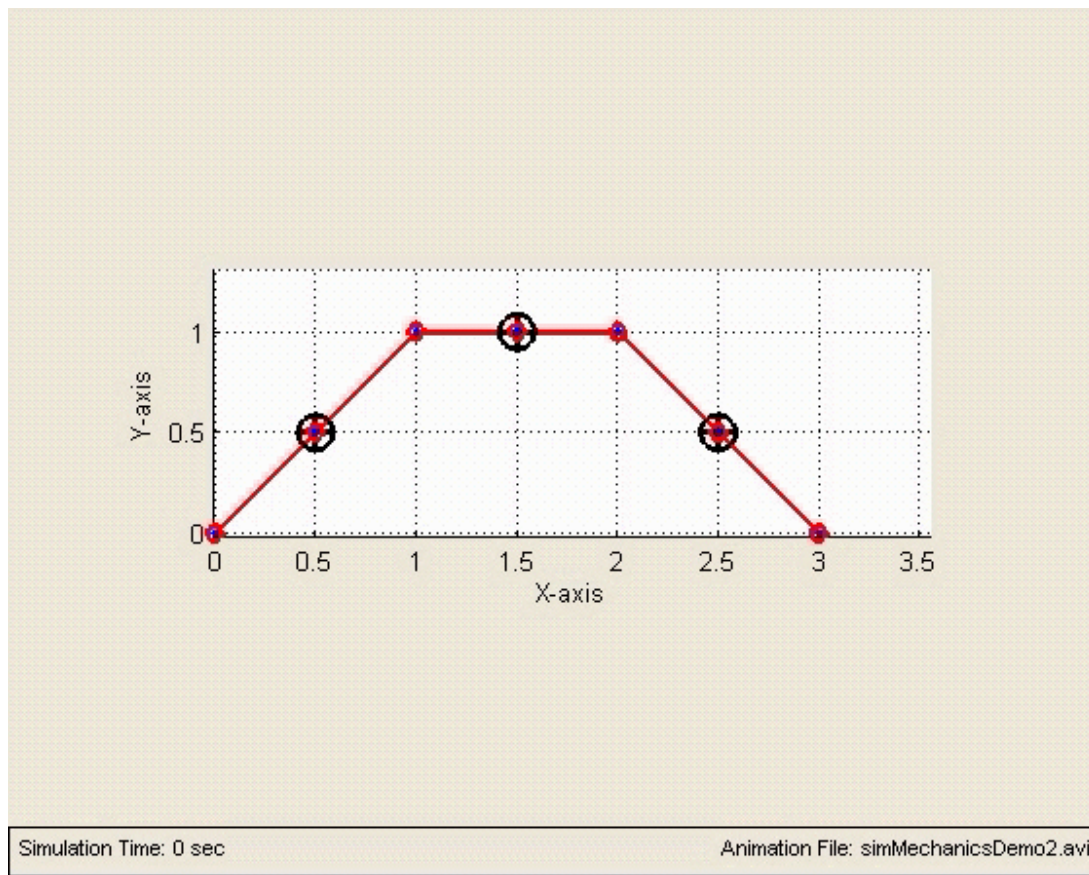
Position m

Velocity m/s

Acceleration m/s^2

SimMechanics 例題

■ 結果

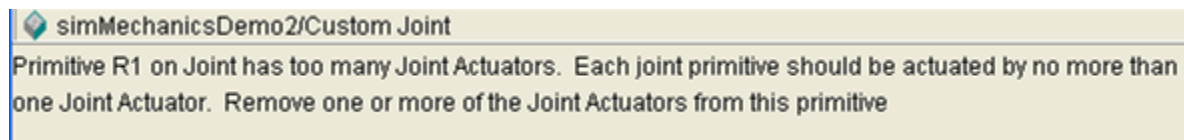


Debug

Bug：在模擬時，有跳出動畫，但是很快就出現錯誤的訊息。

Debug：出現這類情況一定是自由度弄錯，請檢查自由度是否足夠。

Bug：出現類似下列的錯誤。



Debug：會出現主要是因為joint聯結兩個以上的actuator，這樣的錯誤目前還沒有辦法能解決，要等更新的版本來修正。

SimMechanics版本

- MATLAB7.0
- SimMechanics2.2