

# MATLAB® & SIMULINK®

## 控制設計自動化 解決方案

控制系統之模型化基礎設計環境



MATLAB & Simulink 在嵌入式控制系統設計領域之相關產品，可廣泛運用在航太、國防、汽車、工業設備、流程控制及其他許多應用上。利用 MATLAB & Simulink 之設計工具，可大幅降低研發成本，縮短產品上市時程並提昇產品品質。

### 控制理論、系統識別

適用於控制理論應用發展與控制法則設計。

#### 一・基本控制理論之實現

使用 MATLAB 搭配控制相關工具箱實現基本控制理論，例如：古典控制、現代控制、線性及非線性控制與模糊控制理論等。

相關工具箱模組：

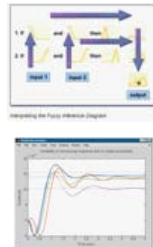
##### ● Control System Toolbox

控制系統工具箱提供系統化分析、設計和調整線性控制系統的工具。可以指定一個系統的線性模型，並繪製其時間和頻率回應的圖表，以了解系統是如何動作的。以工作流程為基礎的圖形化使用者介面可協助快速完成每一步分析和設計流程。



##### ● Robust Control Toolbox

強韌控制工具箱提供在實際受控體確保控制器表現具一致性之設計上，一套系統模型分析不確定因素的工具。這個工具箱協助使用者快速確認出最差情境與自動產生控制器，減少參數變動和模型錯誤的敏感度。



##### ● Fuzzy Logic Toolbox

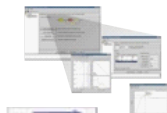
模糊邏輯工具箱是利用以模糊邏輯為基礎的系統設計工具，擴充 MATLAB 的科學運算功能。透過圖形化使用者介面工具可以完成模糊推理系統設計的各個步驟。此工具箱中的函數提供了多種常用的模糊邏輯設計方法，例如模糊群、模糊自我調整神經學習等。

#### 二・控制理論之實現與系統模擬

除了實現基本控制理論，另外加上 Simulink 的模型化基礎設計功能，提供應用於各種領域之動態模擬系統設計的平台，可自動地調整任何種類模型的數值、向量和參數，包括連續，離散，線性，非線性模型。

相關工具箱模組：

##### ● Control System Toolbox



##### ● Fuzzy Logic Toolbox



##### ● Robust Control Toolbox



##### ● Stateflow

事件導向系統模擬軟體透過開發有限狀態機和流程圖的設計環境擴展 Simulink 的功能。此模組使用自然、可讀和易理解的形式來表達複雜邏輯，同時與 MATLAB 和 Simulink 緊密結合，為包括控制、優先順序管理、工作模式邏輯的嵌入式系統的設計提供了有效的工作環境。



##### ● Simulink Control Design

Simulink 控制模塊組可對控制系統、非線性模型進行分析和設計。此模塊組提供相當多的工具，可自動求得近似的線性模型和頻域分析，還可在 Simulink 的環境直接調校控制系統的參數，可協助降低開發線性模型上所需的時間和複雜度。

##### ● Simulink Design Optimization

Simulink 設計最佳化模塊組協助使用者使用數值的最佳化和藉由估計與調整模型參數來改善設計。在 Simulink 模型中自動調校設計的參數，或是可共同最佳化物理與演算法參數，讓整體系統效能發揮至最大。

### 三、系統識別

主程式：● MATLAB、● Simulink

結合了 MATLAB 的強大資料分析、矩陣運算及圖形處理能力，再利用 System Identification Toolbox，從量測到的輸入/輸出資料中，利用時域和頻域的方法，建立與估算動態系統的線性模型，和設計出符合單一或多通道資料的模型。另外也利用 Neural Network Toolbox，支援目前廣泛使用的類神經網路。

相關工具箱模組：

#### ● System Identification Toolbox

系統辨識工具箱能夠從測量所得到的輸入/輸出資料來構建動態系統的數學模型。這種資料驅動的方式可以對不容易使用首要原則的動態系統建立數學模型或描述規範，此工具箱也能簡化利用首要原則建立的複雜模型，例如結構的有限元素模型，或是依據模擬回應簡單的飛行動力學模型。



#### ● Neural Network Toolbox

類神經網路工具箱運用設計、實現、視覺化和類神經網路的工具來擴充 MATLAB 的功能。當進行常規分析是相當困難或幾乎不可能時，如進行模式識別和非線性系統辨識與控制，類神經網路的應用可以解決此類問題。類神經網路工具箱全面支援許多被證實過的網路範例，也提供便於進行設計和管理網路的圖形化使用者介面 (GUIs)。

#### ● Stateflow

事件導向系統模擬軟體透過開發有限狀態機和流程圖的設計環境擴展 Simulink 的功能。此模組使用自然、可讀和易理解的形式來表達複雜邏輯，同時與 MATLAB 和 Simulink 緊密結合，為包括控制、優先順序管理、工作模式邏輯的嵌入式系統的設計提供了有效的工作環境。



## PC-based即時控制/模擬系統

適用即時控制設計、控制法則驗證與馬達控制

### 一、Windows-based

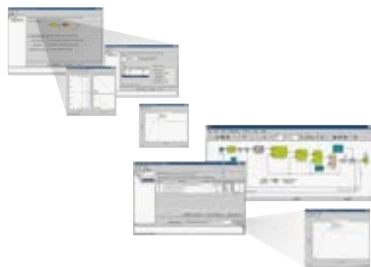
主程式：● MATLAB、● Simulink

此一組合使用的即時作業系統為 Real-Time Windows Target kernel，執行效能約為~10kHz，實際數字將依 PC 的不同與模型的複雜程度不同而有所變化。

相關工具箱模組：

#### ● Control System Toolbox

控制系統工具箱提供系統化分析、設計和調整線性控制系統的工具。可以指定一個系統的線性模型，並繪製其時間和頻率回應的圖表，以了解系統是如何動作的。以工作流程為基礎的圖形化使用者介面可協助快速完成每一步分析和設計流程。

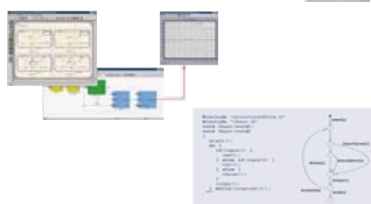


#### ● Simulink Control Design

Simulink 控制模塊組可對控制系統、非線性模型進行分析和設計。此模塊組提供相當多的工具，可自動求得近似的線性模型和頻域分析，還可在 Simulink 的環境直接調校控制系統的參數，可協助降低開發線性模型上所需的時間和複雜度。

#### ● Stateflow

事件導向系統模擬軟體透過開發有限狀態機和流程圖的設計環境擴展 Simulink 的功能。此模組使用自然、可讀和易理解的形式來表達複雜邏輯，同時與 MATLAB 和 Simulink 緊密結合，為包括控制、優先順序管理、工作模式邏輯的嵌入式系統的設計提供了有效的工作環境。



#### ● Stateflow Coder

Stateflow C 程式碼產生器可以對 Stateflow 狀態圖生成整數型、浮點型或者定點型 C 程式碼。此模塊組支援所有的 Stateflow 物件和語法，協助使用者開發和測試演算法，演算法最終可作為獨立可執行的應用程式，或作為子函數嵌入其它程式中。

#### ● Real-Time Workshop

C 程式碼產生器從 Simulink 和 Embedded MATLAB 程式碼模型可產生並執行用於開發與測試演算法的 C 程式碼。產生的程式碼可用於多種即時和非即時應用程式，包括模擬加速、快速原型開發以及硬體迴路測試。



#### ● Real-Time Windows Target

Windows 環境即時控制工具允許在 PC 系統上，即時執行以 Simulink 和 Stateflow 建立的控制系統或訊號處理演算法模型。快速原型化與硬體迴路模擬還可以產生 C 程式碼，經過編譯及連結後，藉著 PC 的 I/O 介面和硬體連接，可以執行即時的 Windows 應用。

### 二、x86-based RTOS/ Fanless PC+ x86-based RTOS

主程式：●MATLAB、●Simulink

- x86-based RTOS：即時作業系統為xPC Target kernel，執行效能約為~100kHz，實際數字將依PC的不同與模型的複雜程度不同而有所變化。
- Fanless PC+ x86-based RTOS：使用xPC Target kernel為即時作業系統，執行效能約為~100kHz。此一方案的優點為使用fanless的Micro-Box 2000/2000C 即時控制平台，適合做嵌入式的應用。

相關工具箱模組：

#### ● Control System Toolbox

#### ● Simulink Control Design

#### ● Stateflow

#### ● Stateflow Coder

#### ● Real-Time Workshop



#### ● xPC Target

PC環境即時控制模塊組是一種高效能的主-從機構原型環境，它能把Simulink、Stateflow模型和物理系統連接起來並且在低成本的PC硬體上即時運行。此模塊組提供了系統快速控制原型化和硬體回路模擬完整的解決方案。

#### ● xPC Target Embedded Option

xPC嵌入式程式工具延伸xPC Target的功能，能將即時的嵌入式系統轉檔至獨立目標的PC硬體上使用，可應用於生產、控制、訊號處理、資料擷取、調校與測試等領域。

※搭配鈦思科技Micro-Box 2000/2000C即時控制平台

### 即時控制實驗

適用即時控制設計、實驗室訊號分析監控、控制法則驗證、工廠量測監控與馬達控制。

### 一、EMECS PC-Based：Real Time Windows

主程式：●MATLAB、●Simulink

此一組合使用的即時作業系統為Real-Time Windows Target kernel，並以EMECS(智慧型即時自動控制系統)做為受控體，進行即時控制實驗。

相關工具箱模組：

#### ● Control System Toolbox

控制系統工具箱提供系統化分析、設計和調整線性控制系統的工具。可以指定一個系統的線性模型，並繪製其時間和頻率回應的圖表，以了解系統是如何動作的。以工作流程為基礎的圖形化使用者介面可協助快速完成每一步分析和設計流程。

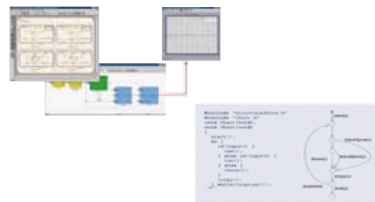
#### ● Stateflow

事件導向系統模擬軟體透過開發有限狀態機和流程圖的設計環境擴展Simulink的功能。此模組使用自然、可讀和易理解的形式來表達複雜邏輯，同時與MATLAB和Simulink緊密結合，為包括控制、優先順序管理、工作模式邏輯的嵌入式系統的設計提供了有效的工作環境。

#### ● Real-Time Workshop

C程式碼產生器從Simulink和Embedded MATLAB程式碼模型可產生並執行用於開發與測試演算法的C程式碼。產生的程式碼可用於多種即時和非即時應用程式，包括模擬加速、快速原型開發以及硬體迴路測試。

※搭配鈦思科技EMECS智慧型即時自動控制系統，提供自立式旋轉單/雙倒擺等多樣之彈性控制模組



#### ● Simulink Control Design

Simulink 控制模塊組可對控制系統、非線性模型進行分析和設計。此模塊組提供相當多的工具，可自動求得近似的線性模型和頻域分析，還可在Simulink的環境直接調校控制系統的參數，可協助降低開發線性模型上所需的時間和複雜度。

#### ● Stateflow Coder

Stateflow C 程式碼產生器可以對Stateflow狀態圖生成整數型，浮點型或者定點型C程式碼。此模塊組支援所有的Stateflow物件和語法，協助使用者開發和測試演算法，演算法最終可作為獨立可執行的應用程式，或作為子函數嵌入其它程式中。

#### ● Real-Time Windows Target

Windows環境即時控制工具允許在PC系統上，即時執行以Simulink和Stateflow建立的控制系統或訊號處理演算法模型的快速原型化與硬體迴圈模擬還可以產生C程式碼，經過編譯及連結後，藉著PC的I/O介面和硬體連接，可以執行即時的Windows應用。



### 二、EMECS PC-Based : x86- based RTOS

主程式：● MATLAB、● Simulink

本組合使用的即時作業系統為xPC Target kernel，並以EMECS (智慧型即時自動控制系統) 做為受控體，進行即時控制實驗。

相關工具箱模組：

● Control System Toolbox

● Simulink Control Design

● Stateflow

● Stateflow Coder

● Real-Time Workshop



PC環境即時控制模塊組是一種高校能的主-從機構原型環境，它能把 Simulink、Stateflow模型和物理系統連接起來並且在低成本的PC硬體上即時運行。此模塊組提供了系統快速控制原型化和硬體回路模擬完整的解決方案。

● xPC Target



※搭配鈦思科技Micro-Box 2000/2000C即時控制平台與EMECS智慧型即時自動控制系統

### 即時控制實驗

### 三、EMECS DSP-Based : TI C2000 DSP

主程式：● MATLAB、● Simulink

此一組合使用的即時作業系統為Real-Time Windows Target kernel，並以EMECS(智慧型即時自動控制系統)做為受控體，進行即時控制實驗。

相關工具箱模組：

● Control System Toolbox

● Simulink Control Design

● Stateflow

● Stateflow Coder

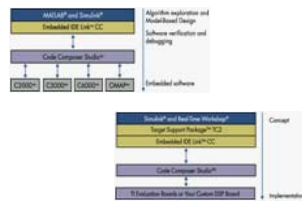
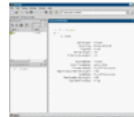
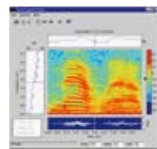
● Real-Time Workshop

● Fixed-Point Toolbox

定點工具箱為MATLAB提供了定點資料類型和演算法，使用者可以使用定點工具箱開發定點演算法並以轉檔而成的C程式碼執行演算法，可加快執行速度。

● Embedded IDE Link CC

CCS 連結工具可以建立 MATLAB、Simulink 和 TI Code Composer Studio 嵌入式軟體發展環境，此模塊組讓使用者在支援 CCS 的所有 TI DSP 上，都可以快速原型化設計和執行 PIL (processor-in-the-loop) 模擬，例如 C2000、C55x 和 C6000 系列 DSP。



● Signal Processing Blockset

訊號處理模塊組提供在Simulink環境下豐富的模塊庫，可進行訊號處理系統的設計、實現和驗證。包括一系列訊號處理技術模塊，包括：轉換，緩衝，數位濾波，和線性代數，不用再利用低階的程式來設計和模擬即時系統。

● Signal Processing Toolbox

訊號處理工具箱是一個用於類比和數位訊號處理的工業級標準演算法集合，提供豐富的圖形介面做相互的的分析及設計，並利用指令功能做更複雜的演算法開發。

● Simulink Fixed Point

Simulink定點模塊組為Simulink產品家族提供了定點設計的功能，它支援使用者利用定點演算法來實現控制系統設計和訊號處理系統設計。此外還可搭配MathWorks其他轉碼工具，可產生C或HDL程式碼，完成設計的實現和驗證工作。

● Real-Time Workshop Embedded Coder

嵌入式C程式碼產生器能夠為Simulink和Stateflow模型產生C程式碼。其生成的程式碼和專業人員手寫的程式碼一樣清楚、有效，能夠滿足以結構緊湊，運行快速為首要需求的嵌入式系統、目標快速原型化板、批量生產中使用的微處理器或即時模擬器。嵌入式C程式碼產生器完全支援對原有應用程式，函數及資料的整合。

● Target Support Package TC2

TI C2000 系列 DSP 嵌入式系統轉碼工具將MATLAB、Simulink與TI's eXpressDSP™工具以及C2000處理器整合在一起。利用這些產品，可以執行自動程式碼的產生、原型化、以及在C2000處理器上開發嵌入式系統，協助使用者完成控制器設計與數位訊號處理演算法的開發和驗證。

※搭配鈦思科技EMECS智慧型即時自動控制系統



### 樂高機器人系統控制(LEGO MINDSTORMS NXT)

主程式：● MATLAB、● Simulink

LEGO® MINDSTORMS® NXT樂高機器人發明系統，可讓使用者利用可程式化的馬達與感應器來控制機器人，MATLAB & Simulink能協助使用者以多種不同的方法快速地設計程式與測試樂高NXT機器人。

相關工具箱模組：

#### ● Data Acquisition Toolbox

資料擷取工具箱提供了一套完整的工具，包括與各種PC相容資料擷取硬體裝置的類比輸入、類比輸出以及數位I/O；此工具箱允許使用者配置外部硬體設備，將獲取的資料讀入MATLAB進行分析並發送資料。



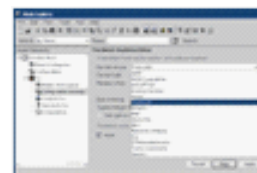
#### ● Instrument Control Toolbox

儀器設備控制工具箱主要是提供MATLAB和儀器之間直接溝通的功能；在MATLAB環境下能透過常使用的一些通訊協定，如GPIB、VISA、TCP/IP，以及UDP等直接與儀器溝通。



#### ● Real-Time Workshop Embedded Coder

嵌入式C程式碼產生器能夠為Simulink和Stateflow模型產生C程式碼。其生成的程式碼和專業人員手寫的程式碼一樣清楚、有效，能夠滿足以結構緊湊，運行快速為首要需求的嵌入式系統、目標快速原型化板、批量生產中使用的微處理器和即時模擬器。嵌入式C程式碼產生器完全支援對原有應用程式，函數及資料的整合。



#### ● Real-Time Workshop

C程式碼產生器從Simulink和Embedded MATLAB程式碼模型可產生並執行用於開發與測試演算法的C程式碼。產生的程式碼可用於多種即時和非即時應用程式，包括模擬加速，快速原型開發以及硬體回路測試。



#### ● Simulink 3D Animation

Simulink 3D 動畫模塊組可在 3D 虛擬實境環境下，以動畫方式顯示動態系統的模擬情況；使用者可在此虛擬環境下，隨意改變物件的位置、旋轉、大小與其他屬性，藉以觀察系統的動態行為。



一、利用以 MATLAB 為基礎的程式碼遠端遙控 LEGO MINDSTORMS NXT 機器人可以在主 (host) 電腦使用 MATLAB 的 I/O 功能下，透過藍芽傳輸傳送指令至樂高機器人。

- 可立即執行程式設計無需額外的工具
- 在 MATLAB 環境下進行研發與除錯工作
- 學習程式設計概念，如重述、條件語句及目標導向程式設計

二、利用以 Simulink 為基礎的程式碼進行 LEGO MINDSTORMS NXT 機器人嵌入式控制利用 Simulink, Real-Time Workshop 及 Real-Time Workshop Embedded Coder，轉換成機器語言，並下載至樂高機器人，進行嵌入式控制。

- 免除藍芽範圍限制，因為程式碼已直接在樂高機器人中執行
- 準確地設計馬達與感測器程式，進行協調與即時控制
- 利用 MathWorks 虛擬實境工具箱 (Simulink3D Animation) 進行建模、視覺化及測試機器人的行為
- 利用 Model-Based Design 學習控制演算法及產生生產程式碼



成功使用者

■ 美國賽格威公司利用MathWorks工具發明設計出創新的電動車



Segway Human Transporter.

**技術挑戰**

賽格威的研發團隊要設計開發和量產全世界第一台電動、動態穩定的代步工具。

**解決方案**

他們採用MathWorks工具協助完成早期概念的設計，且更進一步開發出可靠、耐用的商業化量產產品。

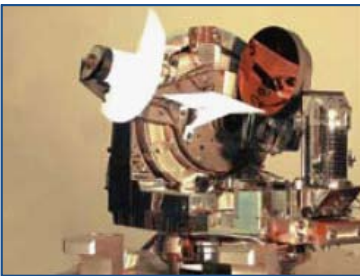
**驚人成果**

- Development cycles accelerated 加速開發週期
- 能符合微處理器記憶體的限制
- 確認生命週期設計目標

“MATLAB在我們的設計流程中是一個不可或缺的部分。它協助讓整個技術概念更為清晰、讓我們了解整個系統是如何運行的。”

John Morrell  
Segway

■ 歐洲宇航防務集團(EADS Astrium)創造世界第一個太空船與通信衛星間的雙向雷射光纖



LOLA telescope assembly, as fitte

**技術挑戰**

開發控制器以確保太空船與通信衛星間的雷射光纖精密度。

**解決方案**

採用MathWorks™ 工具建立控制演算法模型指向硬體，執行硬體迴路測試及 展開即時系統之飛行測試。

**驚人成果**

- 全球第一個此種光纖展示
- 重複設計的降低，從幾個工作天到幾個小時
- 整體研發時間減少了六個月

“採用MathWorks工具進模型化基礎設計，我們不止模擬 控制演算法以及實際硬體。透過控制軟體及測試平台的自動產生程式碼，我們減少開發時間及快速的執行改變，我們將模擬及測試結果視覺化，讓我們對我們最終設計的執行充滿信心。”

David Genre  
Astrium

■ 加拿大滑鐵盧大學利用MathWorks工具所開發的燃料電池技術獲得Challenge X競賽優勝



University of Waterloo demonstrating at Challenge X.

**技術挑戰**

滑鐵盧大學的學生團隊進行SUV休旅車的再造工程，在最佳化燃料效率的同時，不會影響車輛的表現。

**解決方案**

研發團隊使用MathWorks產品和Model-Based Design設計概念，來設計與測試燃料電池車推進系統。

**驚人成果**

- 團隊成員間的溝通更為容易
- 節省了大量的設計時間
- 開發出創新的技術

“若沒有Simulink，我無法相信還有其他工具可以協助我們開發出相同程度的技術細節，或是讓我們可以如此廣泛地利用 Model-Based Design的設計概念。”

Matthew Stevens  
University of Waterloo

更多資訊請洽