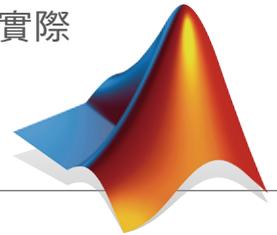


機電整合之演進 對於建模與模擬的影響

Mechatronics' Evolution Impacts Use of Modeling and Simulation

整合系統的複雜度日益增加，使得工程師們需要事先模擬後續實際設計階段時所可能發生的物理與不同的系統連結的許多問題。

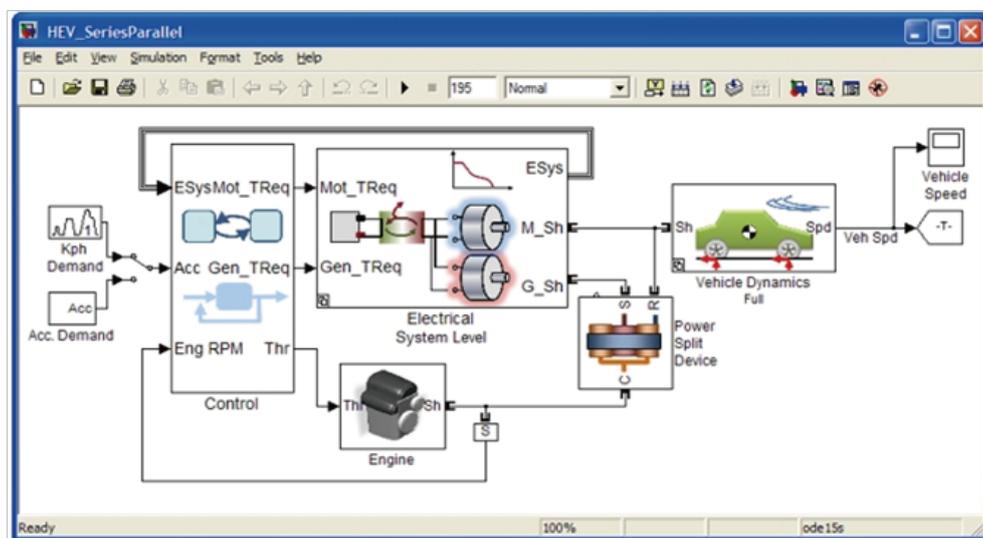
作者，史蒂夫米勒 (Steve Miller)，MathWorks公司物理建模工具之行銷技術經理



“機電整合”這個詞原本是指以機械、電子、控制和軟體系統相結合的系統。到今天，這個術語則用來描述範圍更廣泛的系統。“機械”(mecha-)延伸、環繞到機械以外的力學領域，而“電子類”(-tronics)則包含軟體、控制系統等遠遠超過了電子的領域。

整合不同的技術，並創造出一個有用、可靠和令人興奮產品，對工程師而言是不可抗拒的挑戰，但這不是一個簡單的任務，尤其是當考慮到系統整合的數量和複雜度節節攀升時，例如，手機不再僅僅是一台電話-它還包含照相機、鍵盤、加速計和更多功能。負責設計這樣一個系統的工程師，必須準備一套完善的規格需求與韌性，以消除不同系統整合時將會發生的所有問題。

有越來越多的模擬(simulation)被用來偵測和消除整合問題，模擬被用於各個零組件和子系統已有相當長的一段時間，但它真正的價值在整合這些獨立的零件並加以虛擬呈現時愈加彰顯出來，它可以協助節省的龐大成本眾所周知，尤其是幫助在設計轉為硬體實現前預先發現問題；然而，更為重要的是，它可以優化系統性能，而有些事確實只有模擬能做得到，當把控制器和許多不同領域結合在一個單一的模擬環境時。



圖一、混合動力電動車的 Simulink模型，包含電力、機械、控制和軟體系統均被整合進入本機電系統層級模型中，以進行燃油效率研究

以混合動力電動車為例，這些設計架構包含電池、發電機、馬達，引擎和傳動系統，雖然每個部位都可以隔離進行單獨的模擬，然而要優化燃油效率必須對整車輛性能進行評估，只有這樣才能真正的預估測試期間車輛驅動週期的最低油耗量。

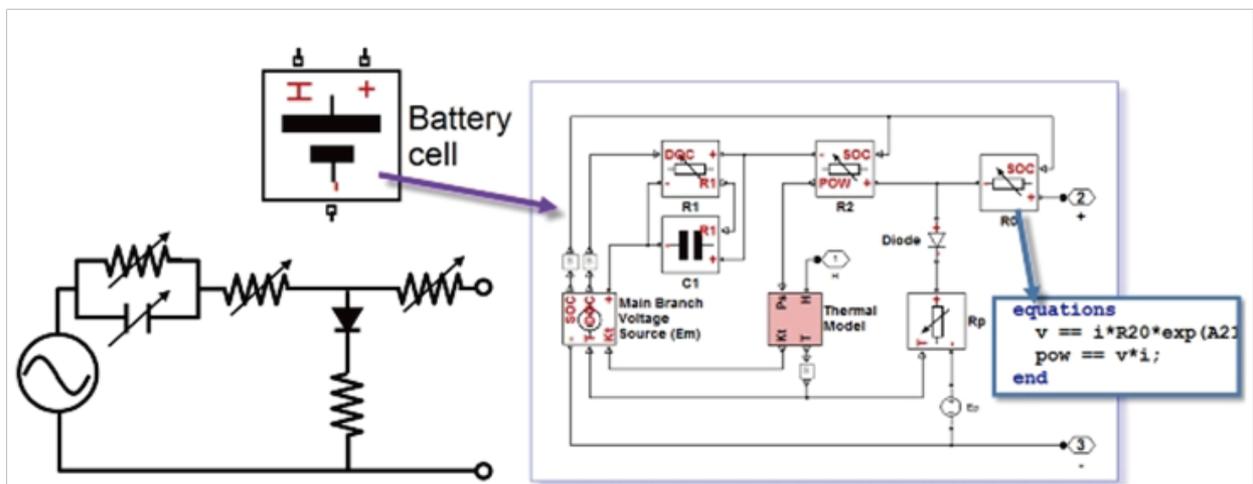
出類拔萃的最佳實踐法

最成功的工程公司通常不會等選擇好零件之後才開始進行模擬，根據Aberdeen集團研究報告顯示，最佳的一流企業使用模擬來驗證設計的系統級行為是一般企業的至少5.3倍以上。他們的設計流程開始於建模與模擬，接著利用虛擬測試形塑系統的規格需求；利用模擬來增加或減少馬達發電機、引擎與其他零組件的尺寸大小，比使用硬體原型更符合成本效益，如此一來，設計團隊在設計上能更有餘裕，否則很有可能讓設計暴露於未知的風險中。

許多汽車零組件供應廠商都已經開發並建立起內部的函式資料庫，以便於進行建模、模擬和多領域的最佳化。在這種情況下，一個核心工程小組開發了涵蓋電子、機械及熱力系統的模型函式庫之後，與其他團隊共享，那些團隊拿取他們所需要的零組件，和他們自己正在設計系統模型合併之後，進行整個系統的模擬；藉由使用最佳化演算法驗證多種不同的參數值之後，這些團隊可以了解系統是否滿足設計目標；這些模擬的結果隨後被反饋到設計規格的的流程中，如此以來，即可選擇最佳的零組件尺寸。

擴張機電整合的領域

機電整合系統的廣度正在迅速擴大，且已被視為是一種新技術與新發展。藉由在設計流程的初期運行模擬，工程師們可以嘗試新的技術，看看這些是否能改善設計，例如，將用壓電器件(piezoelectric devices)用在微機電系統(MEMS)與線性傳動器上可以產生大的固定行程(stroke)致動器，還提供精確的控制(+/- 0.1mm毫米)。然而這些最新技術，很困難執行，因為市場上的產品很少有(如果有的話)提供現成可用的模型，並含蓋應用所需的相關正確精度。在這種狀況下，工程師可藉由模擬受益，並創立他們自己的模型。



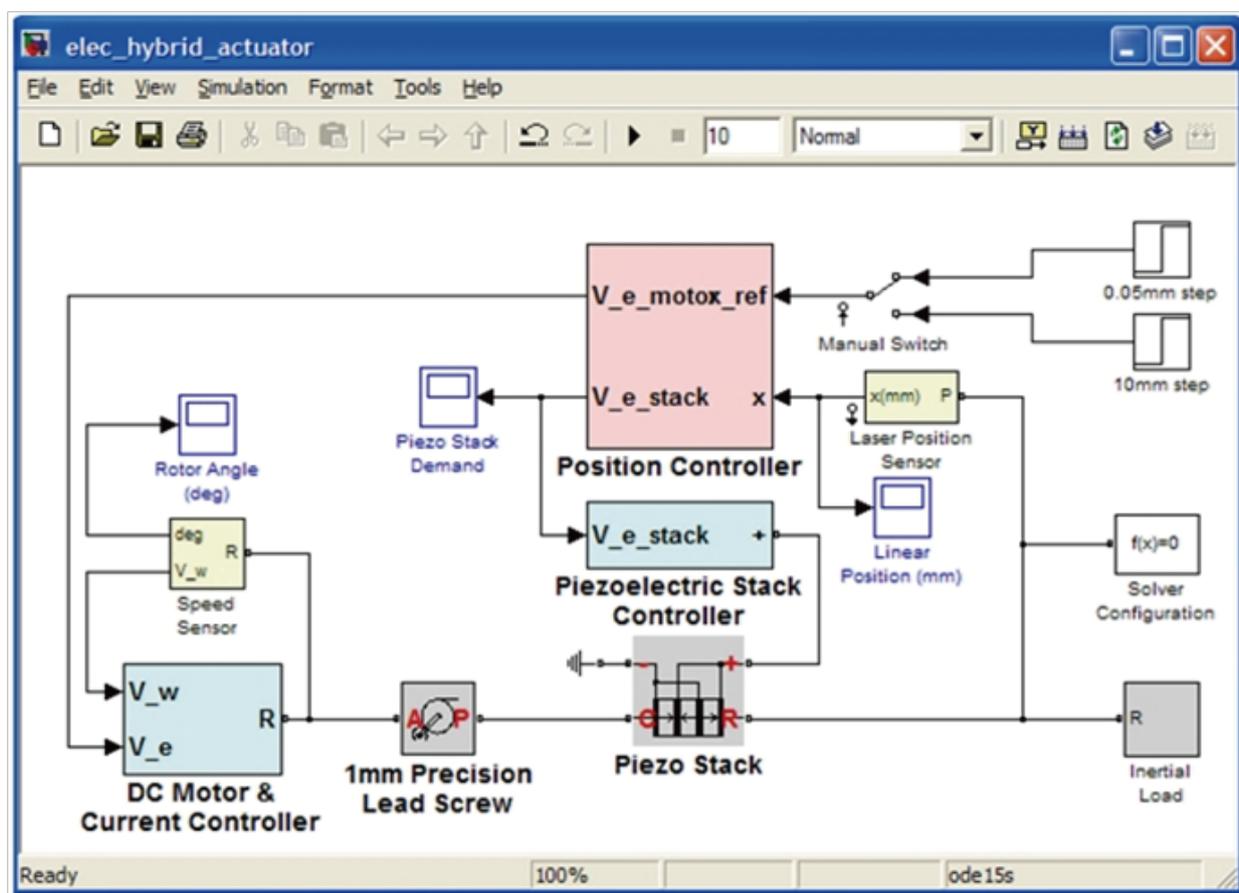
圖二、電池單元(battery cell)的Simulink模型。這個客製化的充電電池等效放電電路，是利用Simscape語言的自定義組件所建立，能使工程師在他們的機電整合系統中自行添加新的技術。

另一個例子是電池技術，這是一個熱門領域，最新發展包括諸如新的化學、材料和細胞的幾何形狀等。在某些情況下，沒有任何模型能存在於現在正在使用的最新化學物中。可以透過許多技術來建立這些新模型，但其中最好的方法是，重覆現有使用的單元組件、透過能夠表現實體的橋接的介面來建立該模型。因為可以選擇單一元件複雜電壓/電流關係，隨後就可以使用這個新的元件模型，不管它連接到電路中的哪一個位置，如此一來就能增加團隊設計該系統的效率。

定義電池模型的一個常用的方法是，建立一個電池單元的等效放電(equivalent discharge)電路。該電路有許多元件依據其熱力、充電狀態、充電度以及其它數量的各種屬性，我們可以使用物理建模語言來定義每個元件間的隱性關係，然後讓模擬工具去形塑整個網絡間的方程式，這種方式為工程師提供了快速將新電池化學組合融入其設計過程的靈活性。

模擬精度控制

機電系統必須仰賴多個控制器，它們經常彼此互動。封閉迴路控制(closed-loop control)往往是達成系統精度所必須的。對於工程師而言，涉及兩種不同技術以及兩個不同控制器的混合動力致動器是一個重大的挑戰；例如，氣壓傳動器與一系列壓電馬達可提供大的固定行程以及精確的控制，然而，每個系統的控制系統必須要能共同運作，以達成設計所需的精確定位的要求。再一次的，模擬成為關鍵，它能確認控制的結構和參數是否依照設計而進行最佳化。



圖三、混合傳動器的Simulink模型，包含直流馬達加上一系列疊層壓電(piezoelectric stack)串連的導羅桿(lead screw)，結合這兩種致動器技術可產生控制精確且具較大的固定行程的致動器。

印刷系統也是另一個很好的機電整合的例子，因為精確是系統中最重要的要求。在印刷機械中，切割套準器(cut registers)在印刷材料被切割為單張頁面之前，會精準定位印刷材料下方的滑輪；對於高品質的印刷雜誌而言，切割必須精確到0.3mm毫米以內，因為印刷材料在高達15米每秒的速度下駛過印刷機，控制算法只有10毫秒的時間來定位切割套準器，定位紙的機電整合系統不僅要非常精確而且要快速。

使用建模和模擬來開發高精密印刷系統一個例子是曼羅蘭(Manroland AG)股份公司，他們的工程師在Simulink環境下建立了一個媒體的工廠模型，包含從資料收集的效能到如何經營媒體等。然後他們以比例積分微分 (PID) 控制器的控制系統基礎開發了一種模型。當測試實際系統時，使用建模和模擬來開發系統是很有趣的，控制器馬上如同設計時一樣在實際的生產環境中運作正常，且它始終如一地滿足客戶對於錯誤率、精度和響應時間的要求。快速迭代設計的能力，使得曼羅蘭的工程師，在設計迭代從幾週縮短到幾分鐘時，仍然可以最佳化品質和功能，整體的開發時間也縮短了50%!