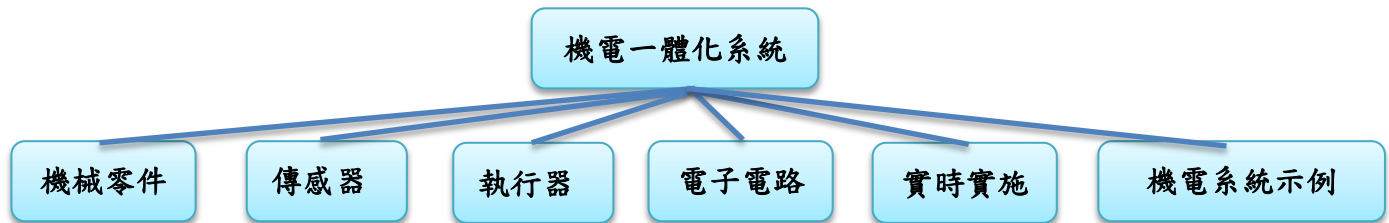


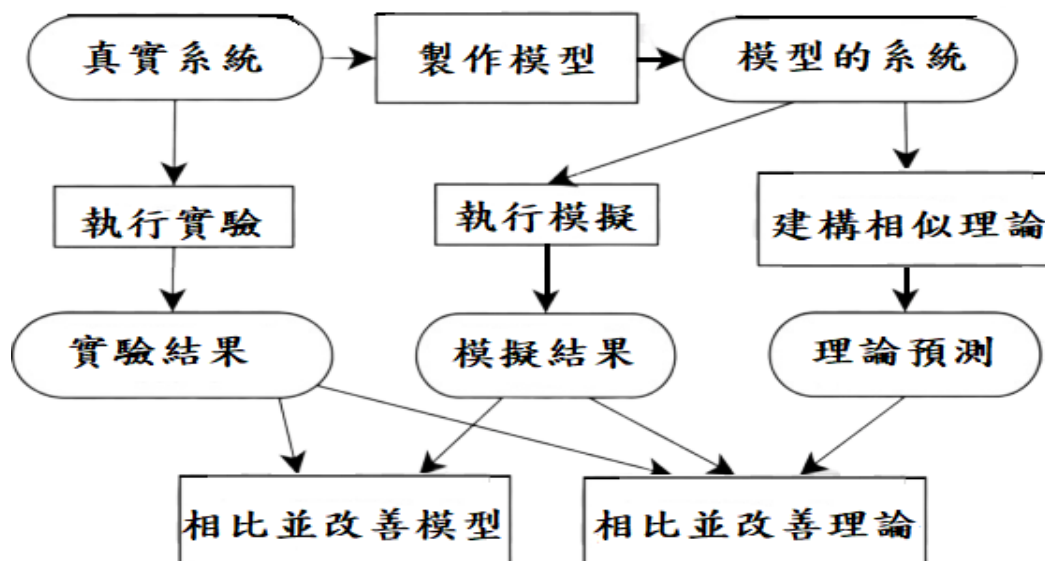
# Assignment 3

## MSModelingAndTFApproaches



**機電一體化技術:**是以大規模集成電路和微電子技術高度發展並向傳統機械工業領域迅速滲透，機械、電子技術高度結合的現代工業為基礎，將機械技術、電力電子技術、微電子技術、信息技術、感測測試技術、介面技術等綜合應用的技術。

機電一體化技術是系統工程科學在機械電子工程中的具體應用。具體地講，就是以機械電子系統或產品為對象，以數學方法和電腦等為工具，對系統的構成要素、組織結構、信息交換和反饋控制等功能進行分析、設計、製造和服務，從而達到最優設計、最優控制和最優管理的目標，以便充分發揮人力、物力和財力，通過各種組織管理技術，使局部與整體之間協調配合，實現系統的綜合最優化。



**Modeling(模型):**是按照科學研究的特定目的，用物質形式或思維形式對原型客體本質關係的再現。物質形式的模型即實物模型，是人們觀察，實驗的直接對象。思維形式的模型表現為抽象概念、數學模型或理論模型，是人們進行理論分析，推導和計算的對象。科學模型只有按所要研究的問題和目的，與原型客體在它在人們對客體已有了初步認識，積累了一定資料的基礎上建立，是進一步研究原型的起點。

**傳遞函數:**是指零初始條件下線性系統響應(輸出)量的拉普拉斯變換(或z變換)與激勵(輸入)量的拉普拉斯變換之比。記作  $G(s) = Y(s)/U(s)$ ，其中  $Y(s)$ ， $U(s)$  分別為輸出量和輸入量的拉普拉斯變換。傳遞函數是描述線性系統動態特性的基本數學工具之一，經典控制理論的主要研究方法為頻率響應法和根軌跡法，都是建立在傳遞函數的基礎之上。傳遞函數是研究經典控制理論的主要工具之一。

把具有線性特性的對象的輸入與輸出間的關係，用一個函數(輸出波形的拉普拉斯變換與輸入波形的拉普拉斯變換之比)來表示的，稱為傳遞函數。系統的傳遞函數與描述其運動規律的微分方程是相對應的，根據給定要求綜合控制系統，設計滿意的控制器。以傳遞函數為工具分析和綜合控制系統的方法稱為頻域法，不但是經典控制理論的基礎，而且在以時域方法為基礎的現代控制理論發展過程中，也不斷發展形成了多變量頻域控制理論，為研究多變量控制系統的有力工具。傳遞函數中的複變量  $s$  在實部為零，虛部為角頻率時就是頻率響應，對複數參數，函數  $f(t)*e^{(-st)}$  在  $(-\infty, +\infty)$  的積分，稱為函數  $f(t)$  的變量。拉普拉斯變換，簡稱拉氏變換(如果是在  $[0, +\infty]$  內積分，則稱為單邊拉普拉斯變換，記作  $F(s)$ ，這是個複變函數。知道傳遞函數以後，就可以由輸入量求輸出量，或者根據需要的輸出量確定輸入量了。

## MechatronicDesignCases

本篇章主要是上一本(MSModelingAndTFApproaches)，Part I 的機電一體化系統延伸主題，介紹如何使用機械零組件、電子電路元件、實時執行的程序語言，來應用於實際系統的控制與設計，並且提供了許多控制演算法的例子，讓我們了解實際系統開發的理論結果，進而能夠解決控制問題並建立執行時的控制規則、設計機電一體化系統的不同階段、設計和實時實施方面實驗他的知識。

**直流電機套件的速度控制**: 使用 Maxon 公司製造電動機，來介紹的控制算法的實時實現中使用，利用有刻度的小磁盤當負載，來獲得該電動機的傳遞函數，得到結果傳遞函數為  $[G(s) = K/\tau s + 1]$ 、 $K = 48.91$ 、 $\tau = 63.921 \text{ ms}$ ，再來要系統穩態才能設計控制器，穩態狀態幾乎為零誤差，對於瞬態，負載穩定時間要  $\leq [3\tau/5]$  的 5%，接著使用比例積分 PI 控制器，得到傳遞函數  $[C(s) = K_p + K_i/s]$ ，以拉普拉斯轉換來使  $K_p$  及  $K_i$  值為確定的結果，最後得到  $\{G(z) = K[1 - e^{(-T/\tau)}]/[z - e^{(-T/\tau)}]\}$ ，使用梯形離散化得到  $C(z)$  的函式，分子和分母除以  $z$  並回到時間得到  $u(k)$ ，結合執行器、負載、控制器得到閉環傳遞函數  $F(z)$ ，再加上  $\zeta$  阻尼比、 $\omega_n$  固有頻率，可以得到  $K_p=0.148$  及  $K_i=10.1951$ ，這兩個增益值，也可以在離散時間內進行所有設計，不過必須謹慎，因為忽略了傳遞函數零的位置，所以在實現中可能會出意外。

**直流電機套件的位置控制**: 跟速度控制的步驟很相似，主要專注於負載的位置控制，首先系統在閉環狀態、建立時間  $t$  為 2%、穩態等於零，再根據上一章的基礎得知閉環傳遞函數  $G(s)$ ，用來求出未知變量  $K_p$ 、 $K_D$ ， $[K_p = (\tau \omega_n^2)/K]$ 、 $[K_D = 2\tau \zeta \omega_n/K]$  在過衝為 5% 的阻尼比  $\zeta$  和在  $30^\circ$  階躍函數之穩態狀況為零誤差，再將其系統固定時間為 2%，就可以得到  $\omega_n=29.4985$ 、 $K_p=1.1374$ 、 $K_D=0.0545$ ，並且會得出兩個複雜根  $S_{1,2}=-28.6763 \pm 6.9163j$ ，而在零狀態  $Z=-20.8618$ ，使用該值來我們可以設計出控制器達到效果，後面的比例和微分控制器、狀態反饋控制器是使用自動控制中的控制演算法，將一些狀態所需的理想值，代入方程式來設計控制器增益。

**平衡機器人控制**: 是屬於一個不穩定的開環系統，為了實現機電一體化，必須熟悉複雜的系統與控制算法，使用兩個獨立輪子的機器人，連接電機和其他的傳感器，用

適當的濾波器消除噪聲，從而獲得有用的控制信號，設計一個狀態反饋控制器來穩定系統，使用線性二次控制技術，可以得到閉環的相應特徵值，對於該系統，也可以使用穩健控制理論來設計控制器，可由連續時間或離散時間完成。

**磁懸浮系統:**主要的機電系統由兩部分組成，由線圈產生電磁場，以及電磁場產生的電磁力放置的鐵磁物體，通過電流來控制物體移動的垂直位置，使用霍爾效應傳感器測量物體位置，電流  $i(t)$  通過磁體時產生電磁力為  $[F1=K1 \ i(t)^2/L(t)^2]$  以及  $[F2= K2 \ /L(t)^2]$ ，將這兩個電磁力方程式之非線性化的模型，進行整合並化簡成線性模型，一樣要設計狀態反饋控制器，使用(右圖)的磁懸浮系統數據，來進行設計控制器，設計的主要根點為  $\omega_n$  自然脈衝、 $\zeta$  阻尼比的方程式，最後會得到  $K1$ 、 $K2$  兩個增益值，給定的初始條件就可以模擬出最初的時間響應圖，來判斷是過衝和響應時間。

Variable	value
$R$	62.7 $\Omega$
$L$	60 mH
$m$ (object mass)	7.64 g
$k_c$	5.9218 $10^{-4}$
$k_p$	4.0477 $10^{-6}$
$C_b$	-0.1671
$C_p$	-1.9446 $10^{-8}$
diameter of the permanent magnet	9 mm

## MechaFutureAndChallenges

**機電一體化系統的概念:**是機械系統的控制和操作的日益增長的影響，並且有迅速的技術變革，主要是系統由硬件轉移到固件和軟件，從而導致引入了智能設備的消費產品，最典型的例子就是物聯網和大數據的發展，物聯網(IoT)已滲透日常生活，企業們都紛紛配合 IoT 所衍生的商機，創造新產品及方案，物聯網可為商業發展帶來變革設備及產品提高效率，物聯網設備常常被稱為「可連網產品」或「智能產品」，通常由嵌入式感測器組成，以監測、感應環境，或其他物件狀況的變化。

**工程設計:**通過結構化的系統定義實現集成，再透過通過規範、測試、驗證和確認過程將各個模塊和子模塊綁定到設計中，以確保整個系統的功能。網絡物理系統和物聯網來說系統是動態實體，就給設計人員帶來系統不易被其包含的問題，用戶指定了系統功能和內容，然後系統自動配置從雲中選擇具有信息的所需軟件和數據組件，這些結果設計人員就要適當地集成到設備功能中。

**隱私和安全:**許多設備都具有收集大量個人資料的能力，而這些數據將會受到影響隱私的相關風險，但是這必須與潛在有益知識提取的能力進行權衡，很明顯在物聯網，系統設計人員設計個人隱私的負擔越來越重，就必須反映在設計過程中以及支持該過程的方法和工具。

**複雜性與用戶:**系統變得越來越複雜並開始具有更大的自主權，技術對環境、財富、差距、開發的影響，造成了各種問題，也使系統對生命負有責任，具有互聯網功能的設備的可用性通過使用社交媒體對社交行為產生了重大影響，但與以往相比，還提供了更便捷的信息訪問方式，但是這還需要開發新形式的用戶界面，以支持更廣泛範圍的用戶與此類系統進行交互的能力。

**機電工程的干擾:**在工業設計中，設計團隊通常被迫在規範級別上從他們的特定學科知識中進行更深入的了解，工作方式是光存儲設備的開發，這些機制在製造性、成本和動力學方面都有非常嚴格的規範，而個人計算機使我們能夠更好地使用仿真和



設計工具，但是離散的時間級別的問題，很難以計算機來實現控制功能，還是保持使用模擬實現的性能比較好，迫使人們進行研究以轉向離散事件系統中更為困難的問題，導致了系統和控制學科內混合系統硬件與軟件的研究領域。

機電一體化的早期思想用於液壓系統、壓電驅動執行器、生產設備、科學設備、汽車機電化等的建模和控制中，機電一體化論文的流入，使建模語言和工具的科學成就的論文減少，很明顯到現在為止，機電一體化在實踐中所做的部分創新更多地與幫助學科進行交流有關，一個新興的領域是使用優化算法，不僅用於找到最佳控制律且越來越多地用於組件設計。機電一體化將滿足物聯網的一個應用，也是我們製造業的未來，工業 4.0 或智能工業的關注點是關於聯網的現代工業自動化。

**機電一體化的未來挑戰：**嵌入式技術系統的物理體系結構，是需要多域系統的不同建模層設計，為了滿足這些約束通常使用簡化的分析模型，但是有限元模型的計算成本仍然很高，系統設計要滿足：負載之間的集成、耐熱環境、瞬時功率和節能、動態性能、使用壽命、可靠性，這些多種設計觀點產生了真正的挑戰，所以虛擬模擬、知識庫、計算機輔助、約束網絡，這些工具就可以為設計人員提供重要的幫助，機電一體化設系統計的發展，主要動力是減少開發成本和時間以及在成本和性能方面改進設計產品，虛擬化以較低的成本在開發的不同階段提供更大的靈活性，未來的工作可以集中在機電一體化上，就能夠使得科技的發展更加迅速。

## MechaEducFutureNeed

主要是希望在各種機構中的教學人員和管理人員，實現機電一體化教育，這樣才是真正的進步，隨著時代的變化，傳統的教學方式就必須要改進，教學交付機制從傳統的講課課堂，遷移到更多的基於結果的教學大綱和技術增強的學習中，大學教學人員、講師和教授，幾乎都有實際行業經驗，有些沒有經過真正的教學培訓，就按照所教的內容進行教學、理論豐富，與學生的興趣或最終職業無關，所以到底什麼才會是最適合學生的呢？

許多工程專業的學生在相當集中的課程中花費了兩年多的時間，並且可能在第一年或第二年選擇自己的專業，成功的學生將具有良好的學習技能和對工程學的興趣，而缺乏學習精神的學生則表現較差，就會轉入其他自認為更容易的課程或機構，這樣子或許不是成功的教育。如果該學生已經成功地在一家技術公司找到了工作，而該公司使用機電一體化系統，雇主和學生對專業知識會有更進一步的發展。

**機電一體化系統設計：**需要注重於開發週期的客戶需求和所需的功能，記錄需求，然後在考慮整個問題的同時進行設計綜合和系統驗證，再來機電工程系統集成中，機械、電氣、計算機和系統學科的結合，會產生了新的問題，這時候對於建模和模擬的重要性就會更加的提升，而只在一個區域內求解可能會導致另一面突然失效，這時候就可通過計算機工程和計算機科學程序，再使用數據庫和互聯網的模塊，從其複雜性和信息能力中受益，因為在模擬狀態下的硬體與程式，都能夠不受物理變化或者受到限制、速度過慢的方式去進行，再經由電腦的運算及程式的配合下，就能夠解決的實際問題。

**物聯網和網絡物理系統：**在未來機電一體化可以通過模擬系統，計算物理過程並更深入地分析結果，現在的也已經集結成網絡物理系統（CPS）或物連網（IoT），經由通

信、集成和數據分析，很大的提升了全球的通訊與發展的速度，物聯網是被認為是必不可少的，值得稱讚是合理的潛在的社會和經濟利益。

**通信與機電一體化教育**:現今正在朝向複雜的組件和設計商品化的產品走向，在通信的部分建立一套屬於自己的通信系統是非常重要的，而所需要的是基本的**技術知識、基本技術技能、個人技能**，我們必須從這三者之中尋求一個平衡，要建立一種能夠管理用戶的管道，傳達出自己產品的性能和其他特徵的訊息，使客戶能了解產品的含義和設計，就如同上面所敘的三種能力，任何的教育計劃都須要包括:創新、創造力、有系統的思維、工程方面的思維，這便是機電一體化教育應用新技術的基礎。

**總結**:就如同上面所敘述的機電一體化，是現在最應該教導給學生的，如今的教育方式實在是太過於死板，掩埋了學生的長處，書不是為了考試而讀的，是為了自己的興趣與將來最終的職業所讀的，就拿我們設計系來講好了，現今的產品都走向複雜化，如果沒有經過電腦的模擬及程式的運行，會花上多少時間多少人力，進而造成再產品修改以及產品測試的困難，使用電腦進行模擬就能夠減少這樣的情況，可是在我們的教育課程上，真正有使用到電腦進行模擬、運算，的課程並沒有幾個也可能都沒有，雖然模擬是處於理想參數下的狀態，但是還是能夠大幅的提供許多趨近於現實的訊息，而且漸漸的模擬軟體真實度也越來高了。

## 課程機電一體化實行

目前我們課程是使用 [CoppeliaSim](#) 的 manta with differential.ttm(內建的四輪模型車)，如果是要我們從頭到尾畫出零件來，並且組裝成一台擁有避震系統、差速器、轉向系統的四輪車，恐怕是不太可能的，首先從設計開始說起，要構想出一台四輪車，必須要了解許多的理論和原理，再一個一個的設計零件出來，怕是要花上好幾個月都不夠用，萬一設計錯誤又要抓錯誤，最壞還要重頭開始設計，再來是建模的部分，要以協同來構建一台四輪車，以 12 人一組為例，分配給組員每一個不同部位的零件，尺寸是個很大的問題，每個人轉出來的大小可能都不一樣，雖然是可以使用比例來進行調整，但是還有一個問題，就是如果組員沒有完成零件製作，這樣一來缺少的零件又該如何處理，如果全部的零件都按時交付的話，就要開始實行組裝了，每個人使用的 CoppeliaSim 版本是否一樣，又是否了解該如何使用 CoppeliaSim，會不會設定各種參數，加上馬達、背景、感應器、控制系統，組裝的相對位置、個零件的相互關係，這樣一來機電一體化的實行，要成功就必須花很大的心血才行。

老師以連線作為重點，設計了 cd2020pj1 以及遠端控制的 car\_model.py，讓我們使用 VirtualBox 來進行連線測試，也教我們該如何使用 API 服務，設定一個只允許 gm 用戶的登入設置，接著是如果要再 IPv6 的環境下使用 Ubuntu 來對外連線，就要設定 apt 的 proxy，還有 netplan 的 .yaml 編輯設定，都設定完成後，就要來設定外部 VirtualBox 的 NAT 連接埠號，最後把老師的 cd2020pj1.leo，設定一個可以上傳 ttt 檔案，就可以實施組員遠端上傳個自模型了。

最後老師是希望我們，可以把 manta with differential 的主體改成可以抓取物品的模型，然後再以程式亂數跑該抓那些地點的物品，也是用程式來跑運動路徑以及抓取的動作，我們就想辦法盡力的完成老師給的任務吧。