

# QUANSER 教學與研究

機器人與機電整合實驗室 控制系統與動力學實驗室

自動駕駛與應用人工智慧實驗室



網站資源



參考影片



改變教育體驗 加速創新研究

NYS 錫昌科技

QUANSER  
INNOVATE · EDUCATE

- 2 ▶ 機器人與機電整合實驗室
- 3 ▶ QArm 四自由度機械手臂
- 4 ▶ 遠端臨場系統
- 5 ▶ 自主移動機器人實驗室
- 6 ▶ 自動駕駛與應用人工智慧實驗室
- 7 ▶ 多軟體融合的協作自主系統
- 9 ▶ 自動駕駛汽車工作室
- 11 ▶ 控制系統與動力學實驗室系列
- 16 ▶ 結構動力學與分析系統
- 17 ▶ 各類放大器與數據擷取設備
- 18 ▶ 專為教學與研究設計的即時控制軟體 QUARC

## 幫助您建立完整的實驗室解決方案

Quanser 致力於提供自動化教學、實驗、學生創新設計到 PBL 的解決方案，打造以「學生為中心」的課程架構。從課前理論預習、數位學生實驗，到實驗室的實作驗證與課後複習，提供完整的解決方案。包含免費的控制課本 APP Experience Controls、與 QLAB 數位學生虛擬實驗設備以及實體設備以及完整的基礎實驗課程，進而讓學生進行應用與創新實驗設計。

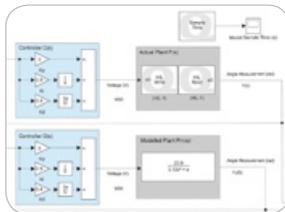
Quanser 多項產品 (如 Qube-Servo 3、Rotary Flexible Link 等) 提供符合國際工程教育認證 (ABET) 標準的課程，根據北美 ABET 認證標準設計，提供完整的實驗練習機會，協助學校提升實驗教學品質，滿足專業認證的需求。

### 理論基礎



自動控制理論課程設計  
馬達綜合控制實驗  
視覺控制  
系統辨識擬真與控制

### 系統設計



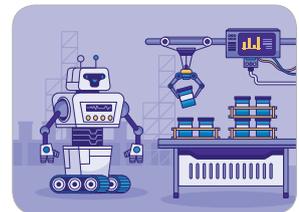
自動控制理論研究  
自動駕駛實作基礎  
機器人實作基礎  
無人機實作基礎

### 應用情境



人工智慧與控制實作基礎  
自動駕駛、旋翼無人機  
空地 AI 無人機蜂群實驗  
智慧主體強化學習

### 研究突破



研究引導、產學結合  
科教一體、跨科互補  
演算法驗證、擬真實驗  
理論突破、技術驗證

學科基礎培養

培養閉環控制思維

學院專業培養

建立 AI 感知控制邏輯

碩班持續研究

融合 AI 與控制

博班研究突破

自主無人系統關鍵技術



QArm



QArm Mini

- Intro & Advanced Manipulator Robotics
- Kinematics, Statics & Dynamics
- Lead-through and Teach Pendant
- Singularity Identification & Avoidance
- Task-space Automation
- Vision-based Control
- Collaborative Robotics

QBot 平台



- Intro & Advanced Mobile Robotics
- Position & Velocity Kinematics
- Localization & State Estimation
- Path Planning and Navigation
- Multi-agent Task Distribution & Collaboration

# QArm 四自由度機械手臂 與數位孿生 QLabs Virtual QArm



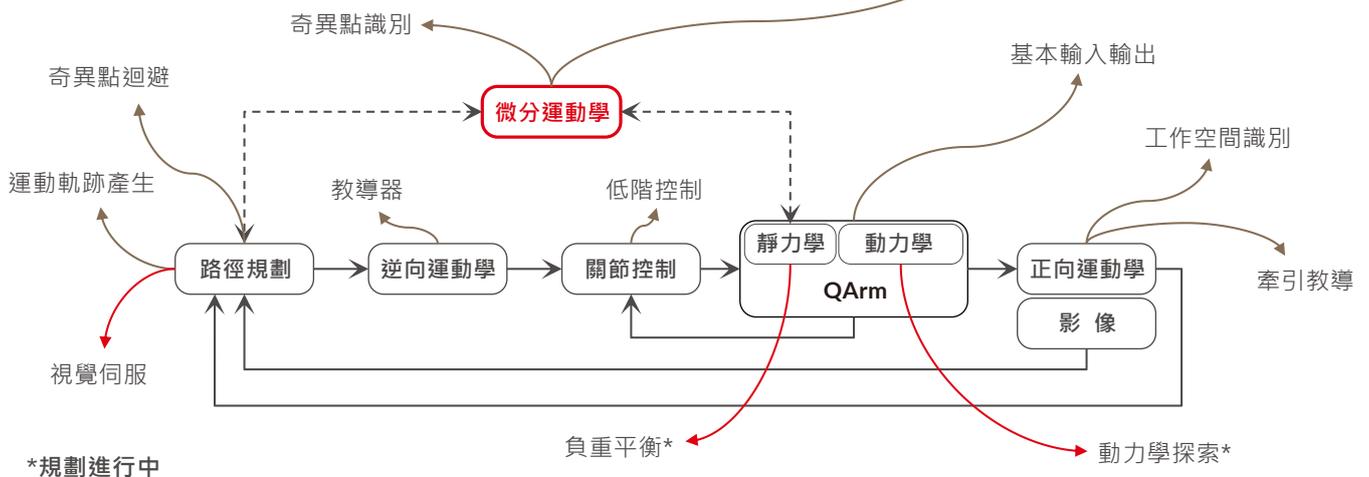
QArm 是一款專為現代工程教育和學術研究設計的機器人平台。透過 Simulink 的圖形介面，或借助 Python™ 和 ROS 的高度擴展性，讓使用者能夠系統性地學習並掌握機器人系統的設計與概念。

QLabs Virtual QArm 是基於 QArm 所構建出來的擬真機械手臂，適用於避免使用真實設備可能出現的誤操作損耗、難以完成或搭建成本很高的實驗，例如奇異點規避、PWM 控制、流水線操作等，十分適合進行實驗教學使用。

## 課程內容

32+ 實驗課時

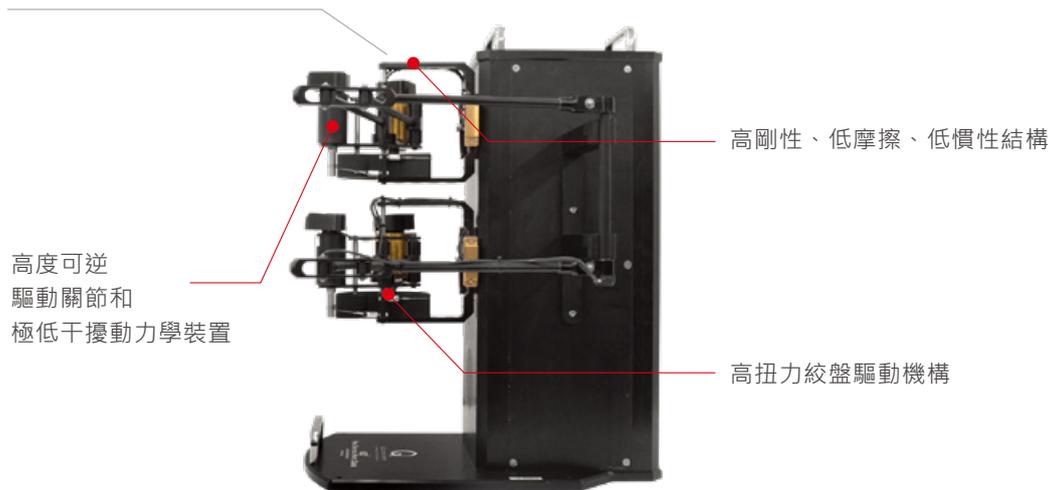
工具操作



# HD<sup>2</sup> 高解析度觸覺裝置

觸覺控制技術在輔助外科手術、醫療復健訓練、虛擬實境、危險及複雜環境操作，以及娛樂和遊戲產業中都有廣泛應用。研究需要在開放架構的設備上，透過靈活且精準的平台，模擬真實的運動和受力狀況。Quanser 的觸覺裝置，結合在控制領域超過 35 年的專業知識，為研究人員提供輕鬆快速調整控制系統參數、交換或自訂觸覺裝置的能力，以滿足您研究團隊的特定需求。

## HD<sup>2</sup> 高解析度觸覺裝置



# 遠端臨場系統 (Telepresence System)

Quanser 遠距操作解決方案由 Quanser QArm 機械手臂和 Quanser HD<sup>2</sup> 高解析度觸覺裝置組成。開放式架構設計，讓研究人員使用 MATLAB/Simulink 快速開發並部署各種新興應用，包括遠距機器人、遠距操作、機器學習、輔助機器人、協作機器人等應用。



掃描觀看  
遠端臨場系統  
示範影片



# 自主移動機器人實驗室 (Mobile Robotics Lab)



實驗室提供了一個全面且可立即部署的生態系統，配備四台 QBot 平台移動機器人，並搭配課程和實際研究範例的完整套件，旨在培養與職場接軌的技能，同時促進跨學科團隊合作。QUANSER QBot 平台具有全面的感應器套件，包含 LiDAR、Intel 景深攝影機等，並結合高性能 NVIDIA Jetson Orin Nano，可進行環境定位、路徑規劃、導航等基礎知識學習，進一步延伸至障礙物迴避、多智慧主體系統協作與應用人工智慧等主題。



MathWorks®



python™

ROS



## 研究應用

## 學習成果

### Released

1. 自主定位和狀態估計\*

1. 感應器和執行器介面
2. 正/逆微分運動學
3. 影像/光達 (LiDAR) 擷取、校正與處理
4. 障礙物偵測

### Coming Soon

1. SLAM技術\*
2. 應用人工智慧與機器學習
3. 路徑規劃與導航\*

1. 自主定位和狀態估計\*
2. 路徑規劃與導航\*

### Potential

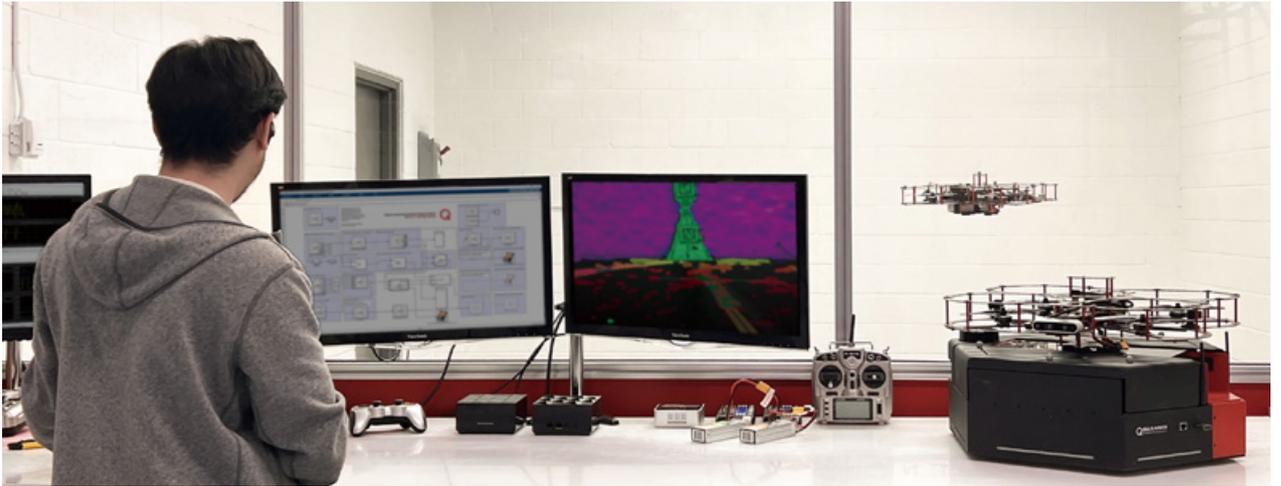
1. 隊列控制 (Platooning)
2. 多智慧主體蜂群實驗
3. 行為架構與決策

1. 任務隊列產生&執行\*
2. 多智慧主體任務分配與協作\*

\*需要可以重新配置的地墊

### SKILLS PROGRESSION

	Pre-lab	Virtual	Hardware	Post-lab	Total Hours
<b>Play</b> (Released)	1	1	1	1	1
<b>Task Automation</b> (Released)	4	5	5	2	16
<b>Surveying*</b> (Coming soon)	5	8	8	3	24



Autonomous Environmental Monitoring and Mapping  
Flight Stabilization, Navigation and Control  
Heterogeneous Swarm and Collaboration  
Vehicle-to-Everything Communications



室內四旋翼自主飛行器

QDrone 2



## SELF-DRIVING CAR STUDIO



無人駕駛實驗平台

QCar 2

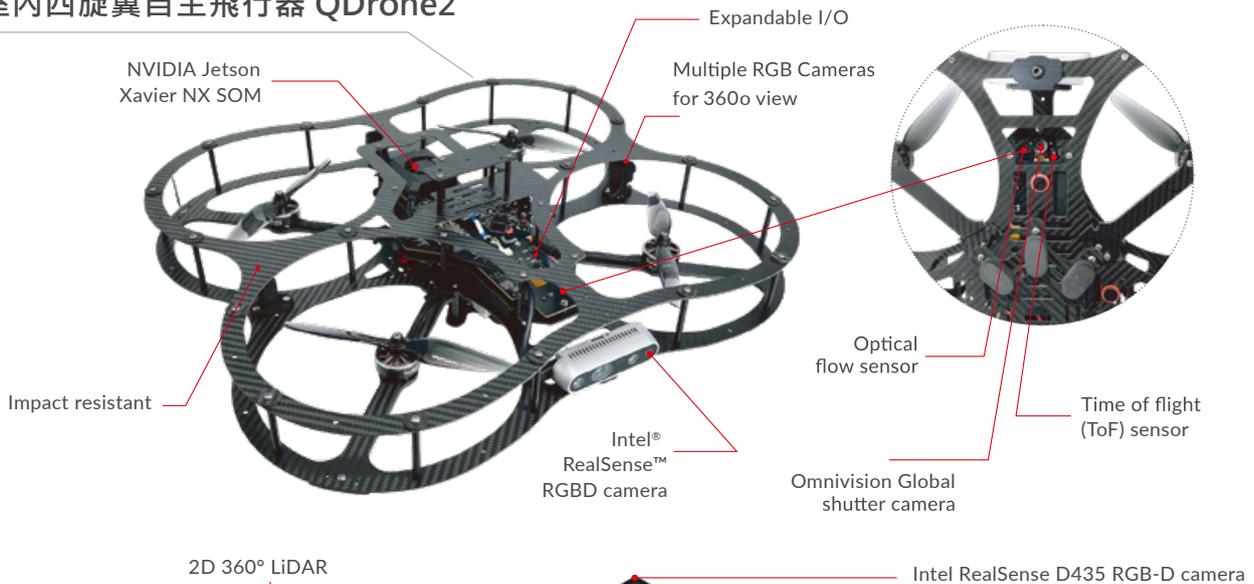


Localization, Mapping and Navigation  
Object Recognition and Detection  
Autonomous Self-driving Stack  
Vehicle-to-Everything Communications  
Machine Learning and Applied AI

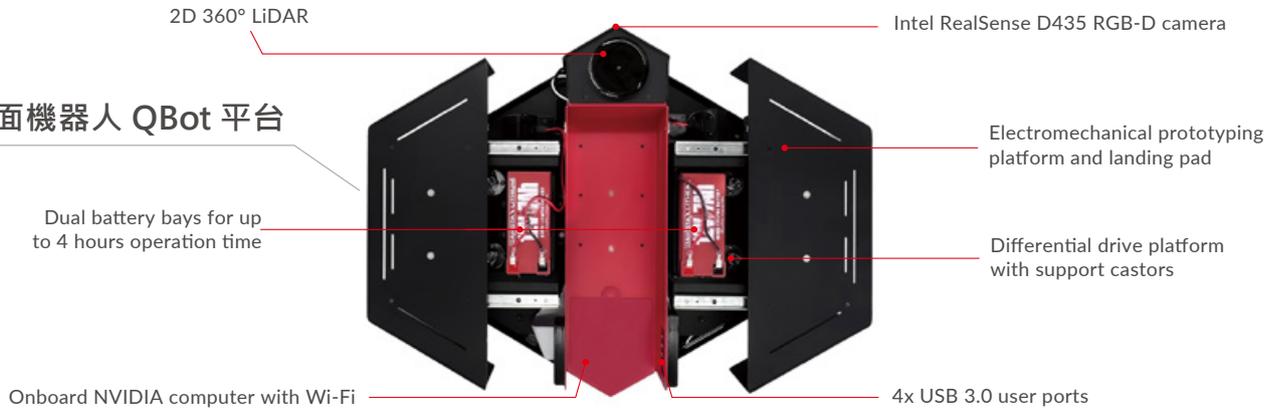
# 多軟體融合的協作自主系統 (Quanser Studio)

Quanser 多軟體融合的協作自主系統 (Quanser Studio) 是一套新世代的科學研究平台，整合多自主載具研究室(AVRS)和自動駕駛汽車工作室(SDCS)。包含 Quanser 最新的室內四旋翼自主飛行器 QDrone2、地面機器人 QBot 平台、無人駕駛實驗平台 QCar 2 及擬真數位孿生 QLABS 為多目標教學與研發提供全面支援。我們為使用者提供實驗室環境建置配件、設備調試與運行、軟體配置及資源導入的全套實驗室解決方案，並提供豐富的範例、可靠且強大的硬體，搭配靈活且通用的軟體工具和框架，協助使用者在數月內快速建置實驗室及驗證演算法，加速將概念與演算法轉化為研究成果。

## 室內四旋翼自主飛行器 QDrone2



## 地面機器人 QBot 平台



## 完善的解決方案

多軟體融合的協作自主系統可為您提供開始研究所需的一切。



### 智慧主體

- 無人飛行器 QDrone 2
- 地面移動小車 QBot
- 無人駕駛實驗平台 QCar 2

### 地面工作站

- 高性能電腦
- 數位孿生軟體
- USB 飛行控制器
- 高性能路由器

### 工作室環境

- Optitrack 運動捕捉系統
- 電池充電器
- 防護網
- 保護地墊
- 地面攝影機

## 系統架構

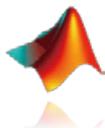


## 軟體融合

在 MATLAB/Simulink 中融合 Python、ROS、TensorFlow、C++，幫助使用者實驗一個平台無縫完成所有實驗。



TensorFlow



MathWorks®



python™

ROS



### 研究主題

- 先進飛行控制
  - ▶ PID 控制器設計
  - ▶ IMU 介紹
  - ▶ 傳遞函數建模
  - ▶ 系統辨識
- 群體控制
- 機器視覺
- 防撞避障
- SLAM 和自主控制
- 監控和繪圖
- 機器學習和人工智慧
- 有效負載平衡和轉移
- 自動駕駛
- 多智慧主體協作
- 大數據蒐集
- 感知網路
- 感應器融合
- 搜尋和救援
- 異質群體協作

# 自動駕駛汽車工作室 (Self-Driving Car Research Studio)

全開放、可擴展的軟硬體一體化半實物仿真無人駕駛實驗平台

加速—完善的軟硬體平台，透過預建構的模組和函式庫加快您的研究速度

拓展—全面支援自動駕駛主流軟體和各類硬體、感應器，完善的電源管理，  
支援多車協作、陸空協作

持續—軟硬體為開放架構，平台設計具有前瞻性，可持續升級擴展



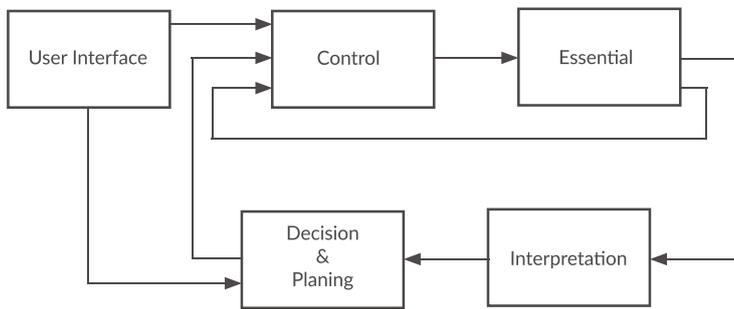
## QCar 2 為無人駕駛的未來而生

QCar 2 是一輛開放式架構的比例模型車，搭載 NVIDIA Jetson Orin AGX 超級電腦和豐富的感應器，提供多種多個攝影機、編碼器和用戶可擴展的 IO 接口。



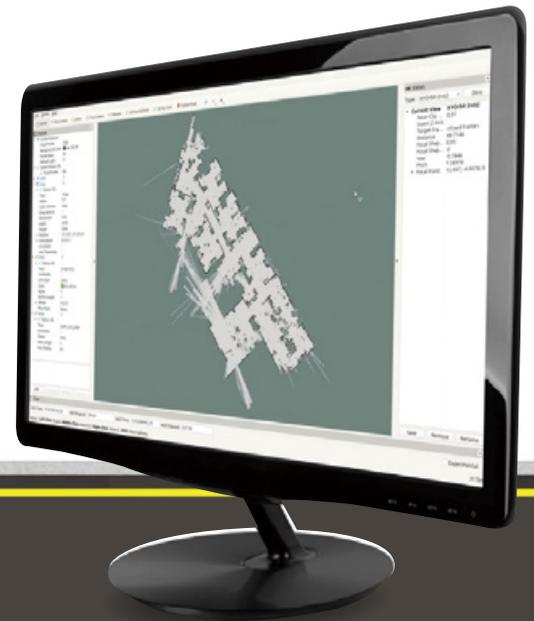
## 開放式結構設計

無人駕駛實驗平台的開放軟體架構設計在一套系統中融合多種語言混合編程，包括 MATLAB/Simulink®、Python™、TensorFlow 和 ROS，用戶能夠建構自己的高級應用程式並重新配置隨車附贈的功能模組和函式庫。使用這些功能模組和函式庫，您可以探索人工智慧機器學習、擴增/混合實境、智慧交通、多車場景和交通管理、多車協同、自主導航和控制等各項研究。



Software architecture framework

借助 Quanser 的無人駕駛實驗平台，您可以專注於自己的研究，而不必花費時間和資源來組裝自己的車輛和搭建多車協同控制與通信平台。



## 實驗平台配置

### 車輛

- QCar 2
- QCar  
(單獨車輛或編隊)

### 控制站

- 配備 RTX 顯示卡和 Tensor AI 核心的高性能電腦
- 三台螢幕
- 高性能路由器
- 無線遙控手把
- QUARC 完整版授權

### 空間附件

- 包含交叉路口、停車位、單雙車道道路和環形交叉路口的駕駛地圖
- 支持基礎設施，包括交通號誌、標誌和交通錐  
(附件為原廠進口，與台灣有差異)



Flight Dynamics  
 State Modeling  
 Model-based Control  
 2-DOF Helicopter Stabilization  
 Half-Quad Stabilization

航空控制實驗裝置 Aero 2



攜帶式  
 旋轉倒單擺  
 Qube-Servo 3

Dynamics  
 Motor & System Modeling  
 Fundamental & Non-linear Controls  
 Stability & System Analysis  
 Reinforcement Learning  
 System Automation

Rotary Servo Base + Add on modules for reconfigurable dynamics

Introductory & Advanced Control  
 Complex System Modeling  
 Introduction to Kinematics & Image Processing



Ball and Beam



Rotary Flexible Joint



Rotary Flexible Link



Gyro/Stable Platform



Rotary Double  
 Inverted Pendulum



# 機電控制與智慧運算綜合創新裝置

機電控制與智慧運算綜合創新裝置 QUBE-Servo 3 是一體成形的實驗設備，專為機電整合和控制理論教學而設計。該設備中集成了 Quanser 開發的第三代高集成度主機板，使得 QUBE-Servo 3 只需要配備一台電腦和需求軟體，就可以建立一個先進的機電整合或控制理論教學實驗，讓學生完成多種設計和項目，如：控制原理、現代控制理論、電腦控制技術、機器視覺、強化學習。



自動控制原理



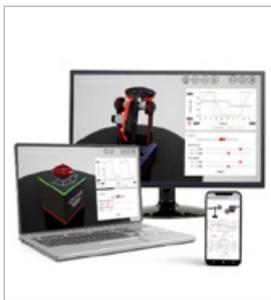
現代控制理論



自動駕駛技術



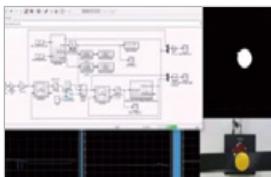
智慧協同控制



虛實數位學生



球板迷宮控制



球桿平衡系統



圖像辨識技術



智慧垃圾分揀



機器強化學習

## 動態控制

複雜物理系統動力學  
數學模型的驗證



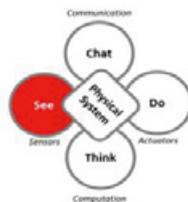
## 快速原形設計

精密機電運動系統  
的設計與實現



## 機器視覺

感應器融合到物理系統，  
結合動力學的進行應用



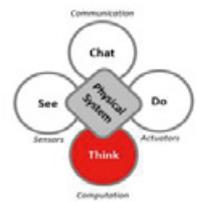
## IoT&網路安全集成

集成雲端運算、  
多智能體系統



## AI 機器學習

深度學習算法  
結合物理設備



## 適用國際控制教科書教學的實驗課程

- Control Systems Engineering – N.S. Wise
- Feedback Systems – K.J. Astrom & R.M. Murray
- Feedback Control of Dynamic Systems – G.F. Franklin, J.D. Powell & A. Emami-Naeini
- Modern Control Systems – R.C. Dorf & R.H. Bishop
- Modern Control Engineering – K. Ogata
- Automatic Control Systems – F. Golnaraghi & B.C. Kuo
- Control Systems Engineering – I.J. Nagrath & M. Gopal
- Mechatronics – W. Bolton

掃描觀看  
實驗對應課程  
章節地圖





# 航空控制實驗裝置 (AERO2)

航空控制實驗裝置可以在實驗室實現多種航空器的控制實驗，如二自由度直升機控制、雙旋翼直升機控制以及半個四旋翼飛行器控制。主要用於控制理論教學和飛航控制的演算法研究。



## 相關課程

- 硬體整合
  - ▶ 驅動器、感應器與電腦交互
- 單螺旋槳速度控制
  - ▶ 補償器設計
- 單自由度姿態角控制
  - ▶ PID控制器設計
  - ▶ IMU介紹
  - ▶ 傳遞函數建模
  - ▶ 系統辨識
  - ▶ 增益調節
- 二自由度直升機系統
  - ▶ 建模
  - ▶ 線性狀態方程
  - ▶ 狀態回饋控制
  - ▶ 動態耦合
- 半個四旋翼系統
  - ▶ 建模
  - ▶ 偏航控制
  - ▶ 卡爾曼濾波

## 更多用於學習和研究飛行動力學及其控制的產品



3 自由度直升機系統



3 自由度飛行器系統



3 自由度陀螺儀系統

## 車輛震動控制



主動懸架控制系統

# 旋轉運動控制系統

旋轉運動控制系統廣泛應用於工業領域。這個領域的創新涵蓋多系統整合與控制策略優化，並朝向更高自由度發展。克服這些挑戰的關鍵在於深入理解控制策略的動態特性、穩健性與精準度。旋轉伺服基礎單元是 Quanser 的核心產品，為大學生提供了優質的控制課程體驗。它採用模組化的實驗配件與研究級元件，打造出靈活的開放式架構平台。完整的實驗課程不僅符合大學實驗需求，更名為進一步的學術研究奠定良好基礎。

## 旋轉伺服基礎單元



## 旋轉伺服基礎單元運作組件



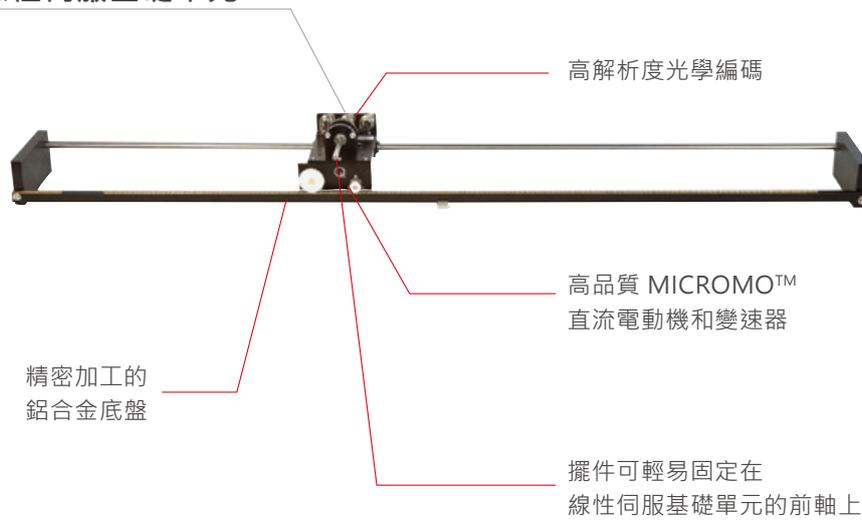
## + 旋轉伺服基礎單元的搭配組件



# 直線運動控制系統

不論您採用的是線性伺服系統，或是 I-IFLC 高擬真線性驅動系統，直線運動控制系統都能有效應對高度複雜應用中的挑戰。Quanser 提供的直線運動控制實驗室設備，讓學生能深入探索各種實作控制策略。而系統具備的動力學模型，以及其模組化與開放式的結構設計，也使研究人員能針對智慧控制、非線性控制、系統辨識和時間延遲系統等領域，開發創新的策略。

## 線性伺服基礎單元



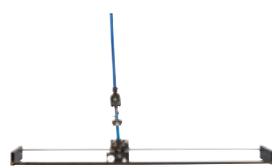
## 線性伺服基礎單元運作組件



## + 適用於線性伺服基礎單元與其他直線運動控制系統的配件



線性倒單擺系統



線性雙倒單擺系統



線性柔性倒單擺系統



線性柔性關節與倒單擺系統



線性柔性關節系統



槓桿平衡控制系統



具備線性柔性關節的槓桿平衡控制系統



槓桿平衡控制擺系統  
(需要 2 套平衡控制系統 + 2 套線性擺模組)

# 結構動力學與分析系統

結構動力學與分析是土木工程、機械工程及航空航太工程科系與研究生課程的重要內容。Quanser 系統為這些理論性強的課程提供了寶貴的實作延伸，讓學生能深入研究結構和材料在地震或強風作用下所引起的振動反應。

Quanser 振動臺具有高精度、穩健性及靈活性的特點，其振動臺和智慧結構平台能有效滿足教育工作者和研究人員的需求，並具備高擴展性、低維護成本及優異的性價比。在這些系統中，使用者可以演示多種控制技術來操控與抑制結構振動，並引入更高階的多動力分析理論。

此外，Quanser 的振動臺與智慧結構平台也非常適合在工程領域進行深入研究，尤其在先進振動分析與隔離、結構反應與彈性極限、以及動態載荷作用下地質材料的表現等方向的研究。

## Shake Table II 振動平台



## Shake Table II 運作組件



## 更多結構動力學與分析系統相關產品



I-40 振動台



開放式 6 自由度機器人平台



主動質量阻尼器  
(單層和雙層兩種模式)

## 見證案例

1. 美國教學振動台大學聯盟(UCIST)在美國國家科學基金會(NSF)的幫助下，選擇 QUANSER Shake Table II 作為當時 23 所大學成員使用的地震模擬器。原因為何？普渡大學雪莉戴克教授回答：“QUANSER 為我們提供完整的解決方案”
2. 康乃爾大學土木與環境工程學院於大一結構動力學課程使用，為學生設計一個需要團隊合作的實踐挑戰，提高學生的學習動機，高達 90% 的學生順利獲得工程學位。
3. 同濟大學將橋梁結構微型化，透過四台 Shake Table II 進行多點同步運動控制，模擬多跨橋梁結構的地震反應，用於結構動力學與地震工程相關複雜問題的教學與探索。

## 搭配設備

Quanser 的工程實驗室客製解決方案包含所有配套周邊設備，您可選購適合的數據擷取設備和功率放大器。這些設備可以和其他實體設備以及控制軟體結合，亦可用於各種 Quanser 機電實驗或特殊客製化場景。

### 電壓型功率放大器



▶ VoltPAQ-X1



▶ VoltPAQ-X2



▶ VoltPAQ-X4

### 電流型功率放大器



▶ AMPAQ-L2



▶ AMPAQ-L4



▶ AMPAQ-PWM

### 數據擷取設備



▶ Q2-USB



▶ Q8-USB

# 控制軟體

## 專為機電控制相關課程教學與研究設計

控制軟體是所有 Quanser 解決方案的核心之一。Quanser 的即時控制軟體 QUARC® 建構於 MATLAB®/Simulink® 下，透過 Simulink 控制器產生即時程式碼，大幅提升了控制系統設計與實現的效率。這套控制軟體最初為工業需求而開發，Quanser 也率先透過此技術，實現在一般電腦上進行高效能即時控制。此外，該軟體在智慧控制、機電整合及機器人技術領域中拓展了全新的應用。

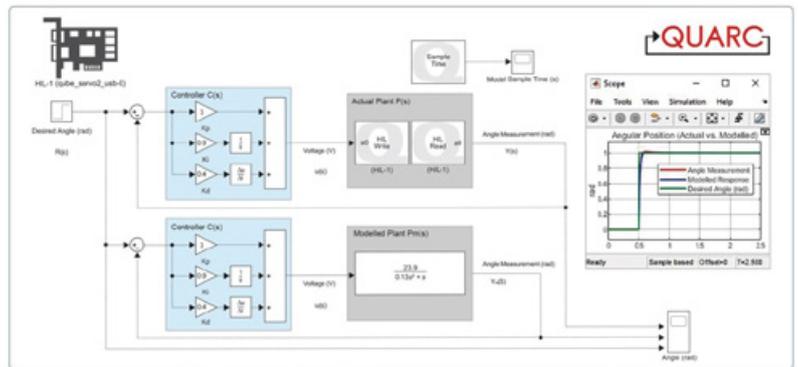
## 為 MATLAB®/Simulink® 使用者設計的 QUARC

Quanser 的即時控制軟體 QUARC® 與 MATLAB®/Simulink® 無縫整合，擴充了系統功能，適用於快速控制原型 (RCP) 與硬體迴路 (HIL) 測試。結合 Simulink Coder™，使用者能以模組化元件設計控制器，快速生成程式碼並即時執行，無需花費大量時間手動編碼。

對於教育者，使用 Simulink® 的直觀圖形

介面，幫助學生系統性理解機電整合、機器人與控制系統設計，並即時與這些系統互動。QUANSER 教學產品皆基於 QUARC 提供課程，幫助學生拉近理論模型和演算法與現實世界之間的差距。

對於研究者，QUARC 提供所需的性能，可在模擬以及硬體上驗證演算法。得益於研究級別的豐富函式庫，包括通訊、多線程執行、影像與視訊處理等功能，QUARC 讓演算法開發變得快速而可靠。使用 QUARC，研究者可以輕鬆將演算法部署到多種本地或遠端平台上，無需擔心語言或編譯問題，讓研究者能專注於研究本身。



## 硬體迴路平台(HIL)

控制演算法在電腦上運行



QUARC 軟體與數據擷取器結合，形成開放式的硬體迴路平台 (HIL)，讓使用者能輕鬆將各類自研對象與 MATLAB/Simulink 連接，快速進行前期演算法原型開發。

\* QUARC 提供基本版 (Essentials) 與完整版 (Complete) 兩種版本，我們會根據您購買的設備提供合適的版本，更詳細的訊息與功能差異，請見 QUANSER 頁面，或與我們洽詢。



## 公司簡介

來自加拿大的 Quanser，超過 35 年的經驗，致力幫助您探索工程教育教學的問題與答案。包含3大核心實驗室的解決方案：控制系統與動力學實驗室、機器人與機電整合實驗室、自動駕駛系統與人工智慧應用實驗室，透過我們所提供的工具，協助您的教學與研究，並幫助學生們發揮他們的潛力

[WWW.QUANSER.COM](http://WWW.QUANSER.COM)

更多教學主題、資源、  
研究應用與 Webinar 資訊  
歡迎掃碼了解更多 ▶



教學資源



Webinars

