

AI 檢測阻駭客 無人駕駛更安全

青談科研 CPS的應用日益廣泛，但它面臨駭客攻擊等威脅，可能影響無人駕駛的順利運行。今期的《青談科研》，我會為大家介紹自己與團隊的研究工作，以及如何利用人工智能(AI)演算法把CPS受攻擊的風險減至最低。

無人駕駛技術日漸提升，香港亦開始試行無人駕駛車輛，然而，無人駕駛技術既方便又有市場潛力，同時亦潛藏安全隱患。信息物理系統(Cyber-Physical System, CPS)是結合電腦運算、傳感器和控制器裝置的綜合控制系統，無人駕駛汽車可以被認為是CPS的一個典型應用。

以無人駕駛汽車的自動巡航為例，CPS通過傳感器收集車速等數據，再將數據反饋給控制器，與之前設定的速度閾值比較，從而調整車速，以維持車輛行駛時的合適速度，確保行駛安全。

然而，如果信息系統或者物理系統如果受到攻擊，被駭客惡意注入錯誤的數據，便會對使用者產生危險。2011年，一輛美軍無人偵察機在伊朗被繳獲，正是由於伊朗攻擊了該無人機的GPS定位系統，注入錯誤信息令其定位受到干擾，誤以為正在美國軍事基地上空，最終降落到伊朗。這是一個非常典型的欺詐式攻擊案例。

轉換到日常生活情景，如果有駭客利用類似的攻擊手法，注入錯誤的數據以操控無人駕駛車輛的系統，便可能導致非常嚴重的意外，譬如通過定位攻擊，令行車偏離原定路線，將乘客帶到一個陌生地方，置身危險之中。



盼更多學者加入 共研反干擾機制

為減低無人駕駛系統受到干擾，平衡科技發展和社會需求，我們需要設計有效的保護機制以應對數據攻擊，確保有關系統能安全穩定地運行。

例如，可以通過多個傳感器數據融合來驗證信息的準確性，並利用無人駕駛車輛的系統動態與時間關係驗證傳感器數據準確性，便能及早發現異常情況。舉例說，一輛無人駕駛汽車從西貢的香港科技大學出發到機場接載乘客，數據顯示行駛十分鐘便會到達青馬大橋，這顯然不合乎實際情況，傳感器極有可能出現問題，這便需要及早堵截攻擊。

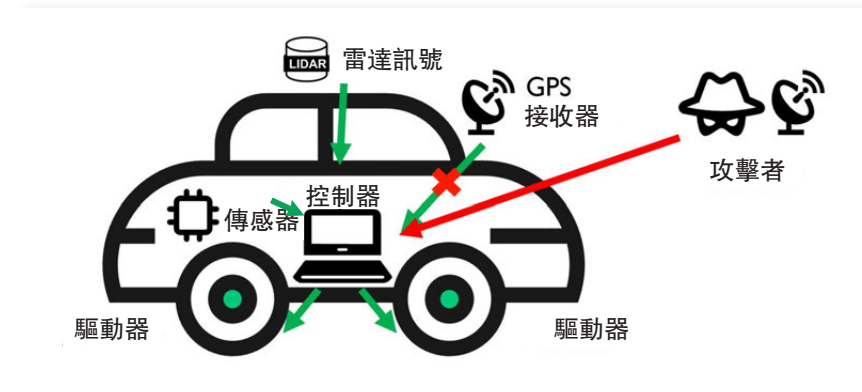
我與團隊正積極研究各種「攻擊場景」，以找出CPS系統的弱點及相應的保護方法，但當面臨不

少挑戰，包括駭客的隱藏身份及攻擊手法多樣。為了突破這個局限，首要的是增加研究人員，假設有更多學者專注於此領域的研究，將有機會找到更多的對應方案，有助擴大研究成果。

另外，利用AI的演算法進行智能檢測，例如模擬無人車、無人機受攻擊及防禦的各種場景，觀察出現的偏差數據，便能有效地制定防禦方案，有助不斷改進系統的安全性。

港交環境複雜 測試難度大

除此之外，無人駕駛汽車測試的限制亦增加收集實際應用數據的難度，例如香港的交際環境相對複雜且擁擠，難以找到合適的地方進行測試，即使香港科技大學曾在校內進行無人駕駛汽車應用測試，



▲駭客可能輸入錯誤信息、阻截正確的定位信號，影響無人駕駛汽車的控制器反饋，令行車偏離原定路線。作者供圖

▲香港交通環境複雜，應用場景暫時有限。圖為香港國際機場無人駕駛車。資料圖片

惟車速很慢，且有保安車護航，這樣的環境與實際應用差異很大。

目前，無人駕駛車輛暫時仍未能在香港鬧市行駛，只能在空間較大、路面情況較簡單的地區，如機場或工業園區等應用。

現時我們的研究仍處於理論階段，未來將繼續探索，希望結合人工智能與業界合作，將理論應用於實際場景之中，進一步提升無人駕駛技術的安全性。



●圖、文：香港科學院提供 授課人：施凌教授 香港青年科學院院士、香港科技大學電子及計算機工程學系教授

底盤設計是機械人比賽制勝關鍵？



近年來，社會對STEAM教育的重視日益增加，國家也提出了「科教興國」的發展戰略。因此，許多中小學積極推動STEAM教育，融入各種創新科技元素，以促進學生的全方位發展，培養他們的解決問題能力和創意思維。

在這一過程中，特別強調學生要「動手解決問題」，而機械人設計正是備受歡迎的實踐領域之一。像香港少年工程挑戰賽、大疆教育的機甲大師空地協同對抗賽等活動，均吸引了眾多中小學的熱烈參與，成為培養學生實踐能力的重要平台。學生們通過定義比賽任務中的要求，設計、測試並不斷改良機械人，從而實踐跨學科學習及展現工程設計思維。

麥克納姆輪讓機械人「橫着走」

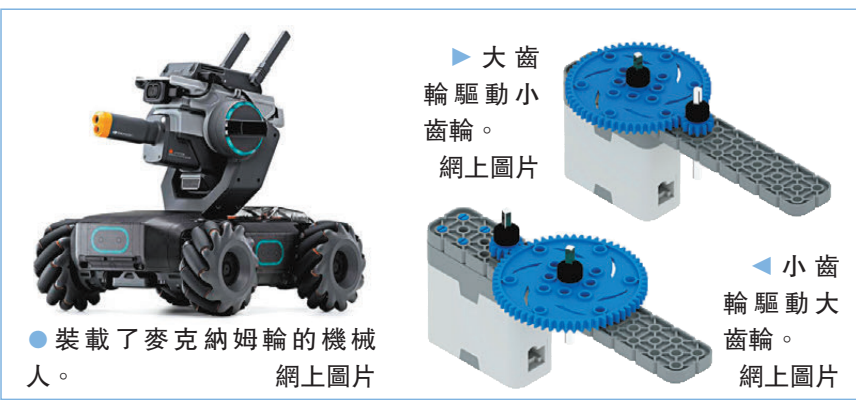
日常生活中看到的汽車，前進後退容易，但若需要轉彎，必須預留空間讓輪胎轉向從而過彎，但於機械人比賽中，比賽場地沒有了行車線的限制，也有很多不同障礙物，因此為了使機械人能快速到達不同的地點，成為了每項機械人比賽中的基本要求。讀者們如嘗試留意不同的機械人比賽，會發現機械人不像傳統汽車，除了前進後退外，更能橫向平移、斜角移動甚至原地旋轉。為了實現全方向移動，機械人不同的底盤設計了決定性的關鍵，今天筆者會介紹其中一種於學界比

賽中常見的設計，便是麥克納姆輪。

1970年代，一位瑞典工程師本特·艾隆發明了麥克納姆輪，有別於一般的車輪，麥克納姆輪的輪邊有多個斜向的輓子。當麥克納姆輪旋轉時，斜向的輓子與地面的摩擦力會產生反作用力，而這一個斜向的推力可分拆成縱向及橫向的力，而當四個麥克納姆輪旋轉以不同組合的方向旋轉時，便會產生不同組合的「向量合力」，使機械人達至全向移動，如左前輪與右後輪以相同方向轉動，右前輪與左後輪則以相反方向轉動，便會產生一個橫向的合力，從而達至橫向移動；又如左方的輪子及右方輪子以相反方向轉動時，便能達至原地旋轉的效果。

就算有了靈活的麥克納姆輪，若動力分配錯誤，機械人可能「空有速度卻推不動球」，或「力量十足但慢如烏龜」。這時，我們可以透過齒輪比來解決問題。

齒輪系統的本質是「能量轉換器」。根據能量守恆定律，馬達輸出的功率(Power) = 轉速(RPM) × 扭力(Torque)，即是轉速與扭力成反比的關係。當我們希望車子能有更快的轉速，就必須透過犧牲車子的扭力；而我們希望車子能有更大的力量，就必須犧牲車子的速度。



齒輪比的實戰策略

公式：齒輪比 = 驅動齒輪的齒數 ÷ 被驅動齒輪的齒數

1.小齒輪驅動大齒輪(例如1:3)
轉速降低至1/3，扭力提升3倍。
應用：搬運重物、爬坡、機械手臂舉升。

2.大齒輪驅動小齒輪(例如3:1)
轉速提升3倍，扭力降至1/3。
應用：競速、快速移動的巡線機械人。

機械人底盤的設計，融合了物理學的向量分析、數學的齒輪比例，以及工程師的解難創意。當我們看着機械人在賽場上競技時，不妨多留意機械人的設計，看看當中裏面巧妙的機械結構及設計。

●陳恩鴻 香港道教聯合會圓玄學院第三中學 STEAM教育統籌主任

研水熊蟲「永生」之謎 助人類研防輻射

前陣子，內地社交平台盛傳一個說法：「中國科學家已掌握核戰爭生還的關鍵。」這說法是否屬實尚不可知，不過這關鍵並非是我們想像中的高科技產物，而是一種僅有1毫米長的小動物——水熊蟲。

水熊蟲其實是緩步動物(Tardigrade)的別稱，平均體長為0.3毫米至0.5毫米，大部分不超過1毫米，身體由頭部和四個體節組成，身體有角質層覆蓋，看上去跟蠅蟲有些類似，與蠅蟲不同的是，水熊蟲有四對腳，末端有爪子、吸盤或腳趾，看上去行動緩慢而笨拙。水熊蟲分佈於世界各地，主要生活在淡水的沉渣、潮濕土壤以及苔蘚植物的水膜中，少數種類生活在海水的潮間帶，故也被叫做苔蘚蟲moss piglet。

不怕極端環境 遇水能復活

水熊蟲最為人稱道的是牠超強的生存能力，牠幾乎能在任何極端環境中生存，無論是極端高溫、低溫、還是暴露在高輻射下都不會受到影響，就連在太空中生存也不在話下。最不可思議的是，在缺水環境下，水熊蟲會進入休眠狀態，就像冬眠的棕熊會將身體的代謝降到最低一樣。

水熊蟲甚至能讓自己的生命「暫停」，當完全脫水時，牠們會縮起頭和八條腿，捲成一個小球，然後進入深度休眠狀態，幾乎等同於無生命跡象，只要再次接觸到水，牠們又會奇跡般地復活。這種改變自身生命狀態的能力稱為隱生。

水熊蟲的一系列特徵讓牠成為了人類眼中最近近永生的生物，一系列研究就此展開。

2007年，歐洲太空總署FOTON-M3的無人太空



●圖為顯微鏡下的水熊蟲。網上圖片

任務中，沒有穿航天服保護的水熊蟲暴露在低地球軌道的真空和高輻射環境十天後，回到地球再次被放入有水的環境，竟然有超過68%的個體在高能紫外線輻射下倖存，甚至有許多自行產下了胚胎，反映其繁衍能力亦不受輻射影響；2011年，意大利的科學家將緩步動物與其他極端微生物送入太空，發現微重力和宇宙輻射對緩步動物的飛行影響不大。2019年，以色列「創世紀」號月球探測器因失誤令大量用於實驗的水熊蟲散佈到月球表面，學者推測這些水熊蟲雖然並未完全死去，但在無水的月球表面也難以「復活」。

事件引起大家好奇：能不能將這些水熊蟲收集起來，帶回地球使牠們復活，研究牠們究竟為何可以抵抗輻射？

三種生物機制 修復DNA

日前，中國科學家成功研究了水熊蟲的抗輻射機制，並建立了河南高生熊蟲(水熊蟲的一種)實驗室培養體系。他們發現了耐受超強輻射的關鍵機制，並將研究成果發表在《科學》(Sci-

ence) 期刊。這項研究為人類了解輻射耐受機制開啟了新的可能性，具有重要價值。

研究團隊對河南高生熊蟲在多種極端環境(如超強輻射、低濕等)下的耐受特性進行了表徵研究，發現其可耐受高達5,000 Gy的γ射線輻射，而人的輻射致死劑量僅為5 Gy；隨後該團隊產出了水熊蟲基因組圖譜，註釋得到14,701個編碼蛋白的基因，均勻分佈於6條染色體。

研究發現，河南高生熊蟲的輻射耐受機制歸為三大類：一是從細菌、真菌、植物水準轉移到水熊蟲的外來基因，賦予其特殊的抗逆能力，如生成甜菜色素進而清除活性氧。活性氧類是生物有氧化過程的一種副產品，包括氧離子、過氧化化物和含氧自由基等，過高的活性氧水準會對細胞和基因結構造成損壞。

二是緩步動物特異蛋白傾向於高度無序，通過液-液相分離促進DNA損傷修復等過程。當受到γ射線等輻射時，電子會被從組成原子中擊出，使其電離。電離會導致DNA螺旋斷裂，有時還會引發癌性腫瘤。研究團隊發現，水熊蟲能夠製造一種名為TRID1的特殊蛋白，快速修復這種DNA損傷。

三是與其他門類共有的古老蛋白在水熊蟲中具有特殊的輻照響應模式，水熊蟲可以通過BCS1和NDUFB8兩種蛋白幫助修復DNA。

最令科研人員興奮的是，他們發現在水熊蟲中起抗輻射作用的分子轉入人源細胞(包括正常細胞、瘤細胞和癌細胞)後，可以顯著提升其抗輻射能力，也許未來真的能夠幫助人類發展出新的輻射防護策略。

●文鯉



推廣家訪策略 讓教育更有溫度

2020年中央印發了《深化新時代教育評價改革總體方案》，明確要求落實中小學教師家訪制度，將家校聯繫情況納入教師考核，指出教師家訪在強化一線學生工作方面的重要作用。

然而，隨着社會經濟的發展，現代化社交媒體、通訊科技的迅速普及，工作與生活節奏越來越快，不少人認為教師對學生家訪時間成本大、效率低，似乎沒有必要，筆者認為其實不然。

在人與人面對面交流日益減少，社會對孩子的教育空前重視的今天，家訪作為傳統的教育輔助手段在今天顯得尤其寶貴。誠如南京師範大學虞永平教授所言：了解孩子是做一個好教師的前提。家訪的意義就在於更立體地了解學生的生活狀態、環境和文化背景。

首先，家訪能有效拉近家校之間的距離，促進雙方合作。孩子的成長，是家庭教育、學校教育和社會教育的綜合成果，惟現代家庭雙職工多，家長與教師面對面交流的機會實在不多，家訪能很大程度上彌補此不足。教師與家長一次面對面的真誠交流，家長能感受到學校的溫度和教師對自己孩子的關心，這勝過無數次社交媒體的聯繫。這種溫度和關心能轉化為家長更配合學校政策，共同推動學生全面成長和進步的動力。

讓「掉隊」學生重拾信心

其次，家訪能使學生感到被關愛，從而轉化成學習動力。在筆者的執教生涯中，曾經遇到一名中四學生，他整體的學業成績不錯，唯獨數學總是不合格。通過家訪，筆者得知該學生在初中時曾有一段不好的經歷，他的一位數學科老師對他的不當處理方式讓他反感，從此他便對數學產生厭惡之情，結果數學成績一落千丈。

知道緣由後，筆者持續對這位學生進行開導，並鼓勵他樹立考進「港三大」的目標和規劃學習計劃。此後，該學生逐步改變對數學的看法，並重拾對數學的興趣和信心，結果在公開考試中榮獲全科優異的成績，最終順利入讀香港科技大學。

無疑，在香港當前急促的生活節奏下，教師要撥冗家訪實在不容易，但也並非不可能。家訪要講究效率與效果，家訪對象就要有目的性和選擇性，建議教師配合教育需要，優先選擇個別有負面情緒或者不良行為反覆出現的學生作為家訪對象，以便更立體了解相關學生行為背後的緣由和狀態，這樣才能對症下藥，協助學生改進。

家訪並非「告狀」

這裏特別提及，教師要避免把家訪當作向家長「告狀」的機會，而是要帶着「一個都不能少」的教育信念，積極爭取機會與家長真誠溝通，合力教育好學生。對於學生表現好的方面，教師更要在家訪中主動反映和肯定學生的表現，這樣，將使學生和家長對教師家訪不至於產生負面的感覺。

簡括而言，家訪能使抽象和生硬的教育理念變得更具體和更鮮活；家訪也能傳遞學校對學生的愛，使教育變得更有溫度。這樣，學生被教師改變的機會便更大。

●黃晶榕博士 創知中學校長、中國教育學會常務理事、華南師範大學港澳青少年教育研究中心客座教授