

創意與實踐

人工智慧應用於機器人

新北市107學年度高中職暨國中小資訊組長業務聯繫工作坊

新北市政府教育局

2018.10.23

新北市政府507會議室

李敏凡

副教授



1

個人簡介



 學歷

博士  美國康乃爾大學「農業與生物工程系」

碩士  美國康乃爾大學「機械工程」

學士  台灣淡江大學「機械工程」

 博士論文

智慧型電腦視覺控制的農業葡萄修剪機器人

★美國大專工程技術學生獎研究生組

「金牌獎」



總統頒發國際青年大使榮銜

 **職涯** 研究領域 | 人工智慧，機器人，電腦視覺

副教授  國立臺灣科技大學

研究官  加拿大聯邦政府國家研究院

研究科學家  加拿大卑詩大學

研究員  美國康乃爾大學



總統就職典禮茶會



國籍：中華民國 & 加拿大

手機 | 0981.719.066
電郵 | rickylee@gapps.ntust.edu.tw
地址 | 國立臺灣科技大學 自動化及控制研究所
10607 臺北市大安區基隆路 4 段 43 號
官網 | homepage.ntust.edu.tw/RICKYLEE/
臉書 | facebook.com/ricky.mf.lee

李敏凡

聯絡

微信 | rickymflee
QQ | 2308861653
Line | 0981719066
Skype | ricky.lee77

2

自主機器人實驗室

©李敏凡・自主機器人實驗室・國立臺灣科技大學

研究焦點

- ❖ 人工智慧 | 腦 | 分析
 - ❖ 機器人 | 軀幹 | 執行
 - ❖ 電腦視覺 | 眼睛 | 感知
-

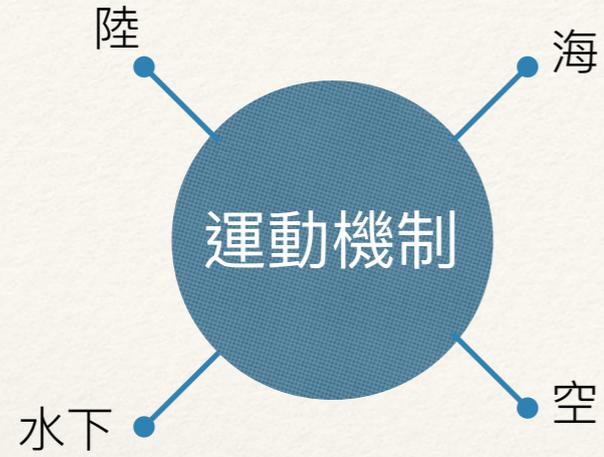
自主機器人實驗室

創立於2007

第一教學大樓102室, 國立臺灣科技大學

- ❖ **研究焦點** | 應用**人工智慧**於無人載具，產生自主行為，進而提升為**移動機器人**
- ❖ **無人載具平台** | 陸海空及水下四棲運動機制

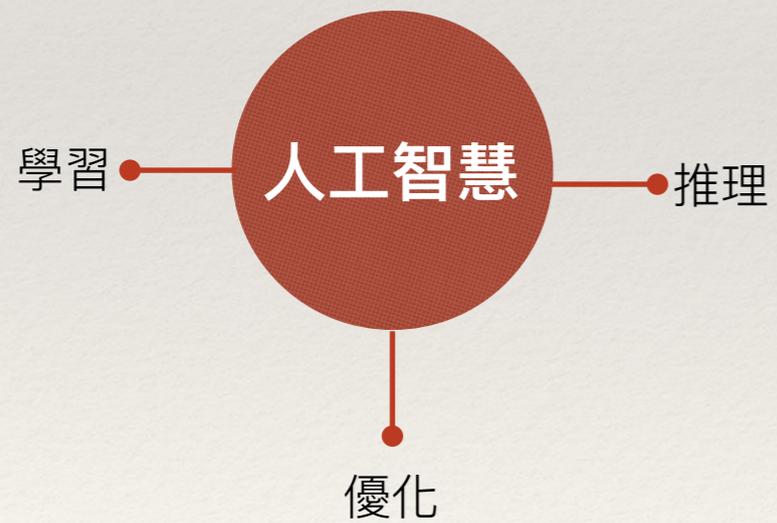


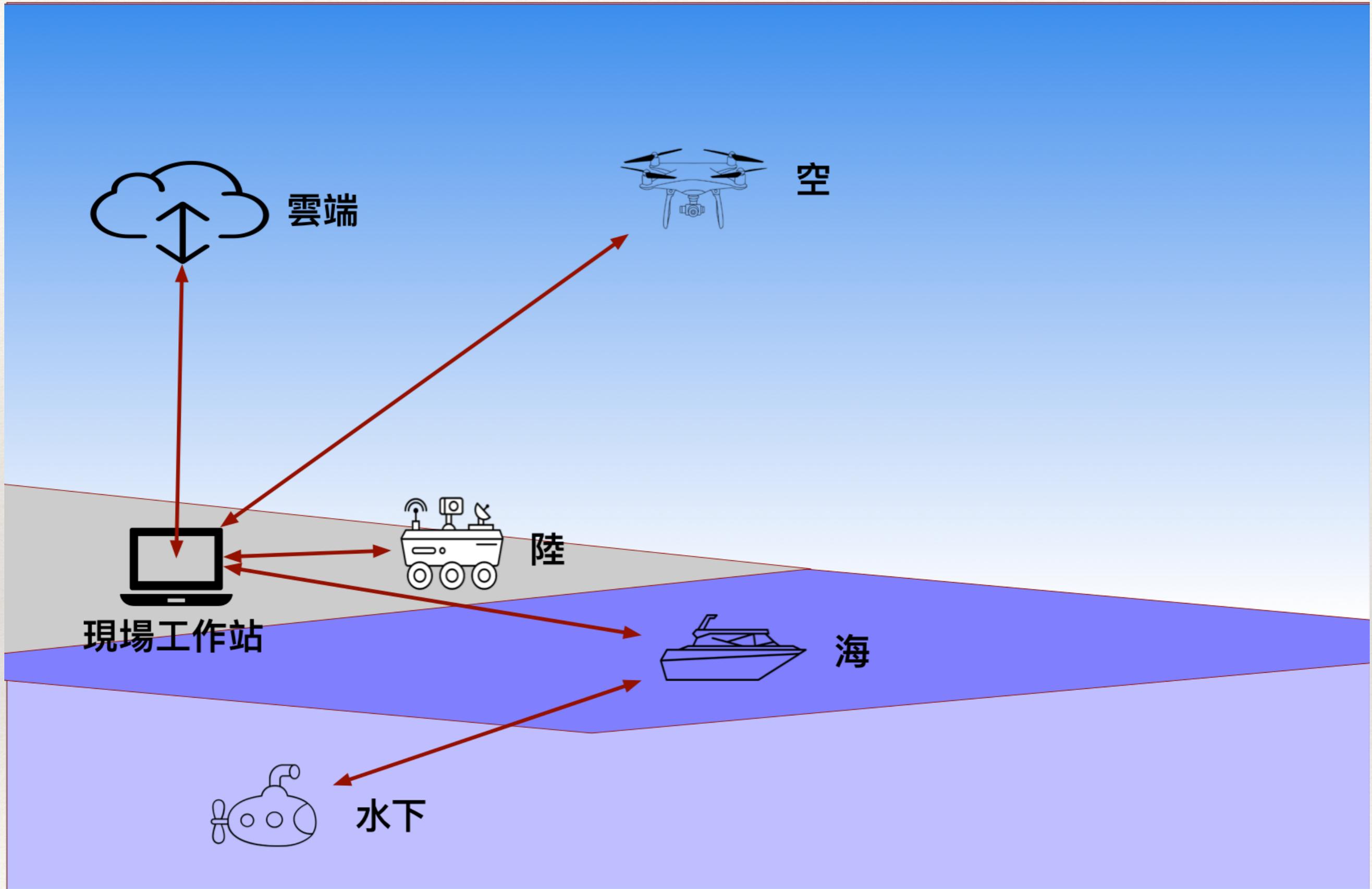


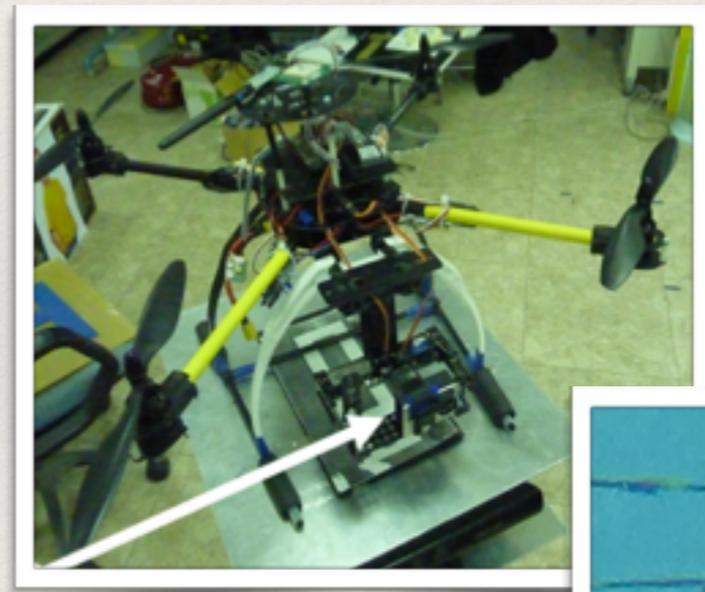
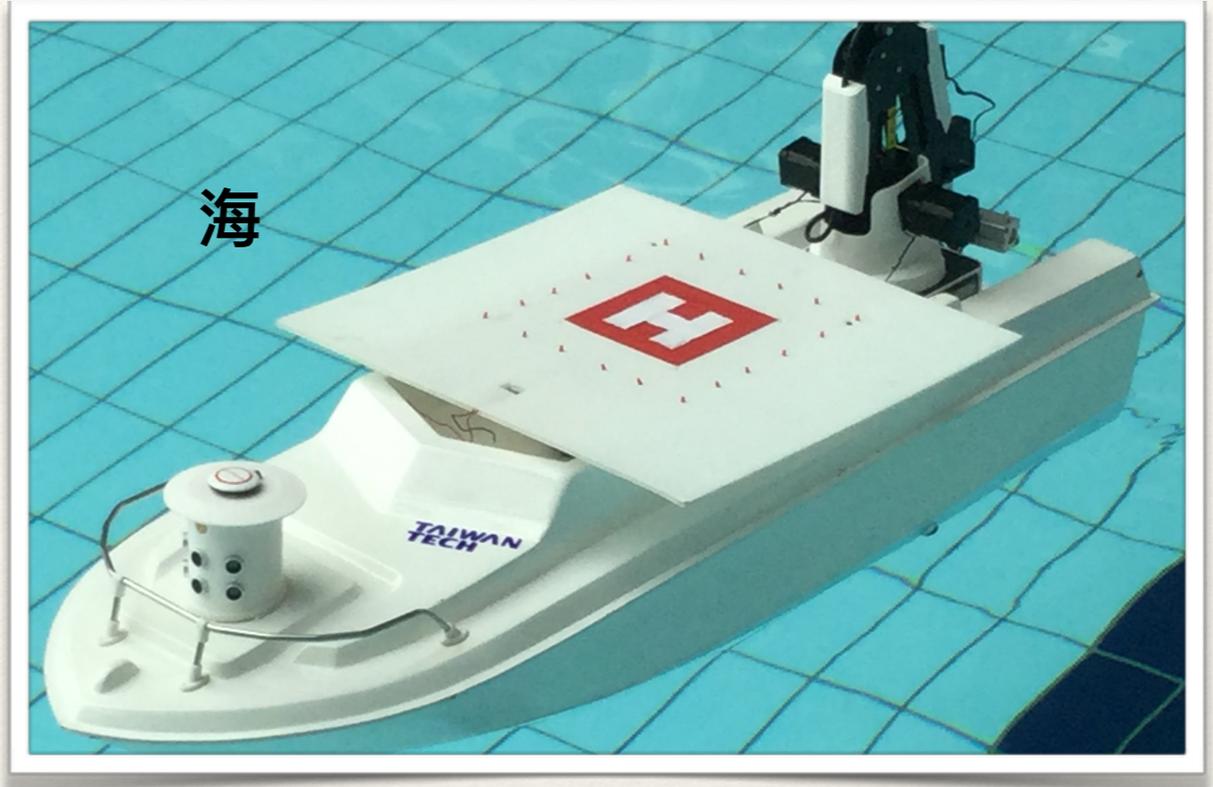
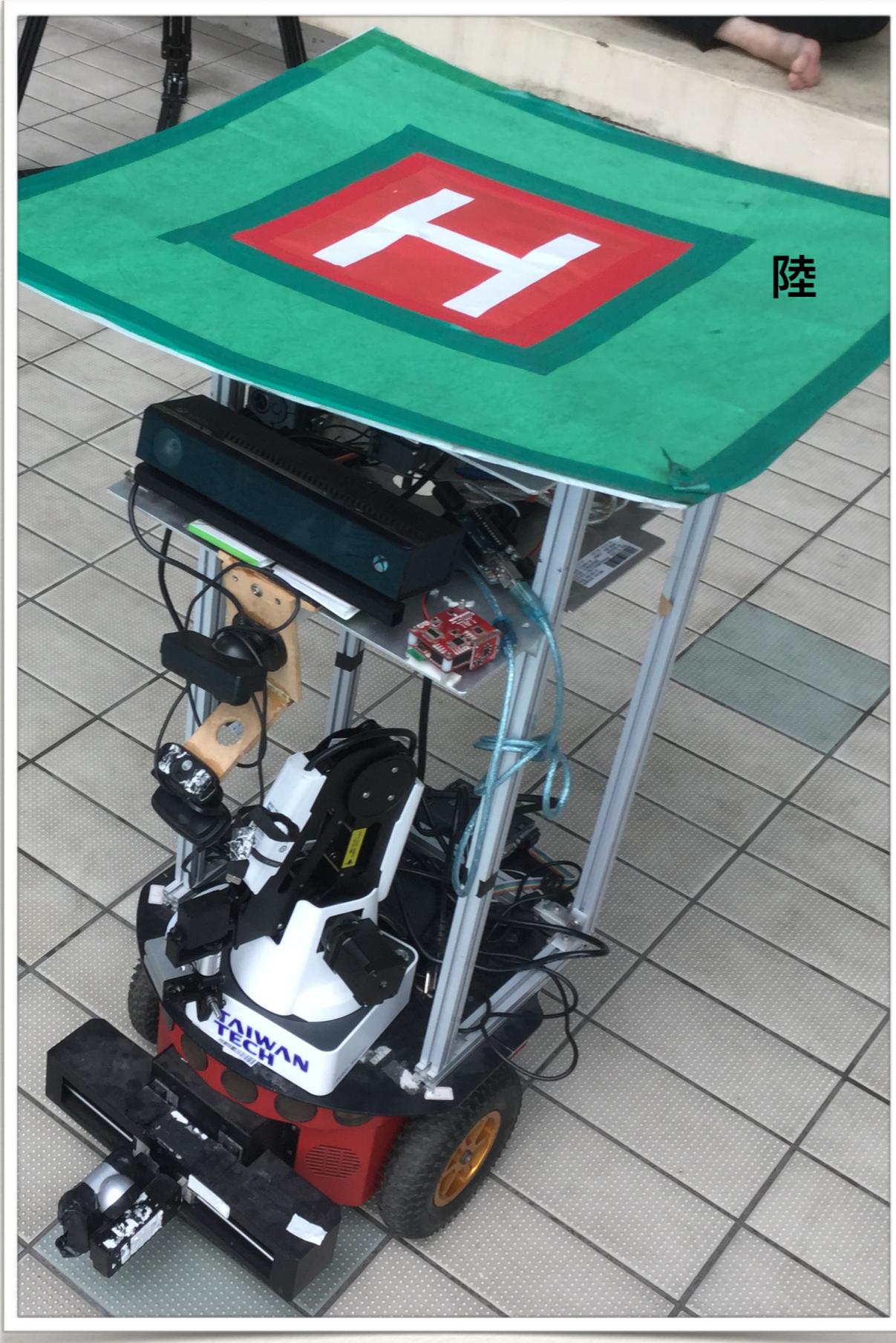
+

=

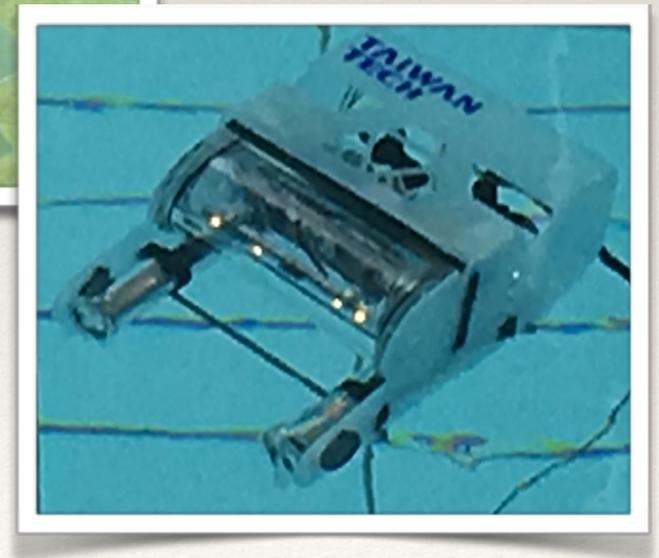
自主移動機器人







空

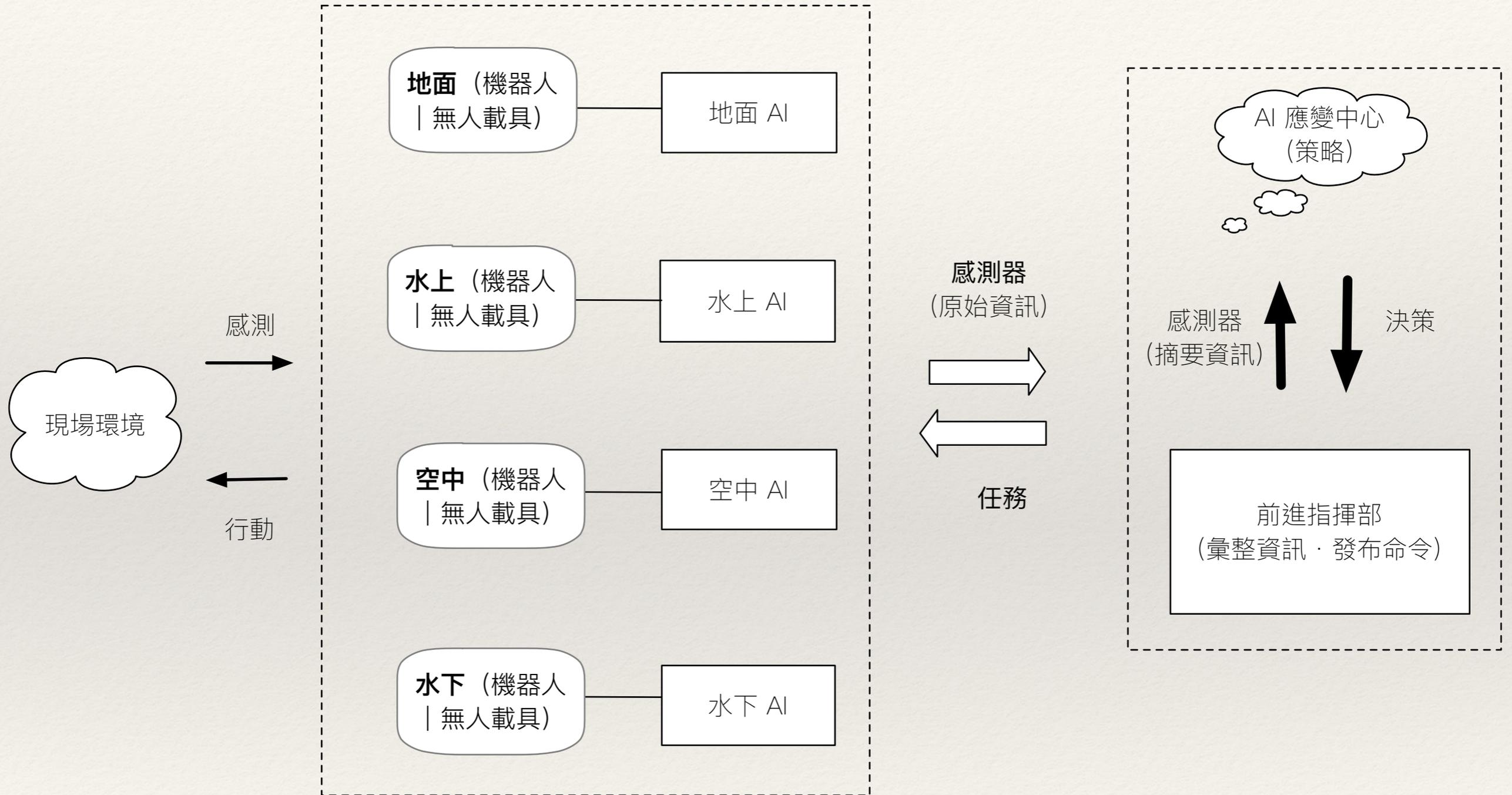


水下

現場自主移動機器人
(行為控制)

通訊

遠端自主移動機器人
(群體智慧)



李敏凡 · 自主機器人實驗室 · 國立臺灣科技大學

作品摘選

- ❖ 陸
 - ❖ 海
 - ❖ 空
 - ❖ 潛
 - ❖ 協同
-

保全 | 陸上 | 機器人



人臉 | 辨識 · 追蹤 | 空中 | 機器人

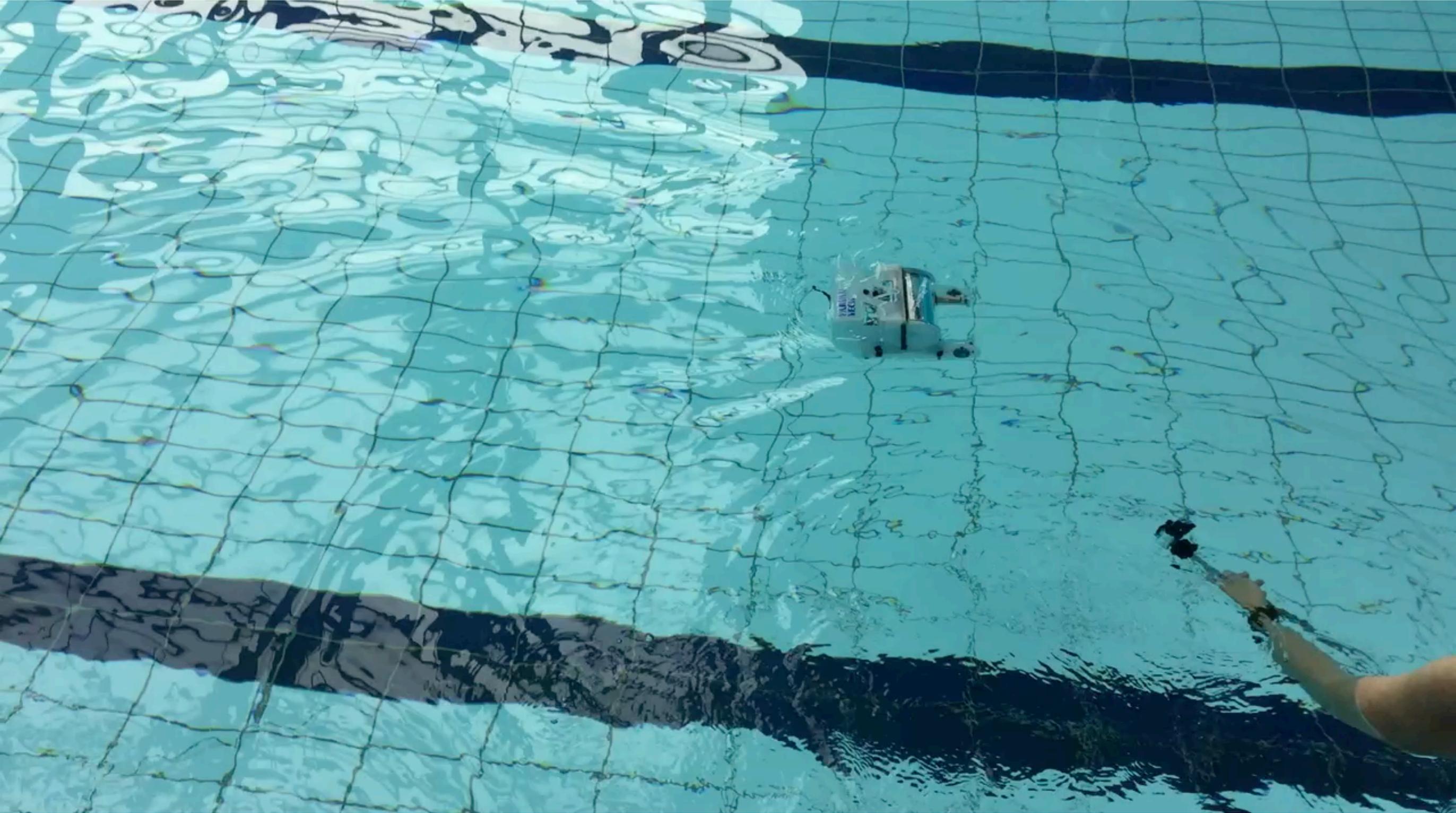


System test on the UAV (quad rotorcraft)

自製 · 無線 · 穩定度 | 感測 | 通訊 | 水上 | 機器人



目標搜尋 | 水下 | 機器人



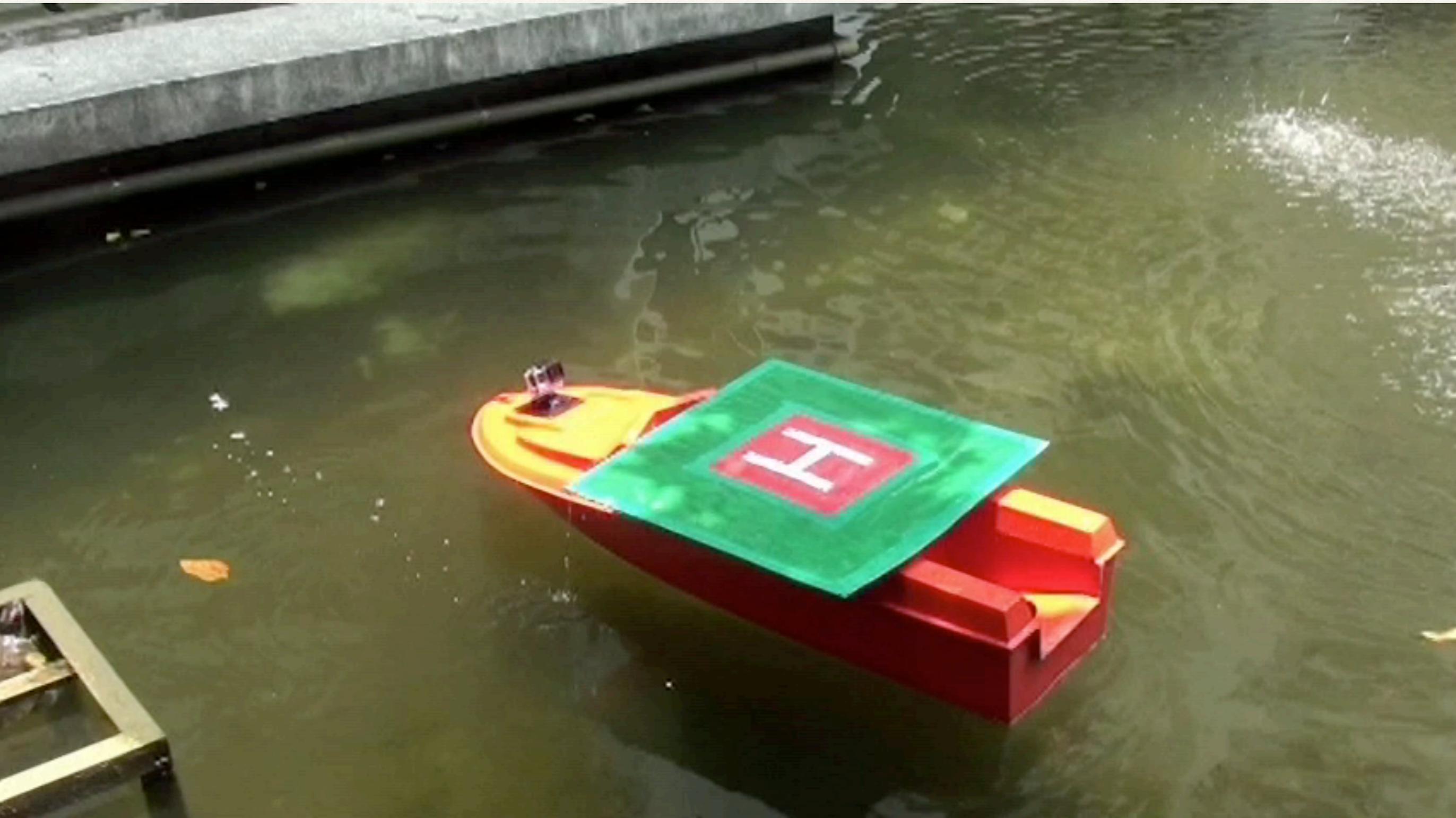


公視採訪 | 獨立特派員節目 | 第397集 (無人的天空) | May 13, 2015

定點降落 | 陸空 | 機器人

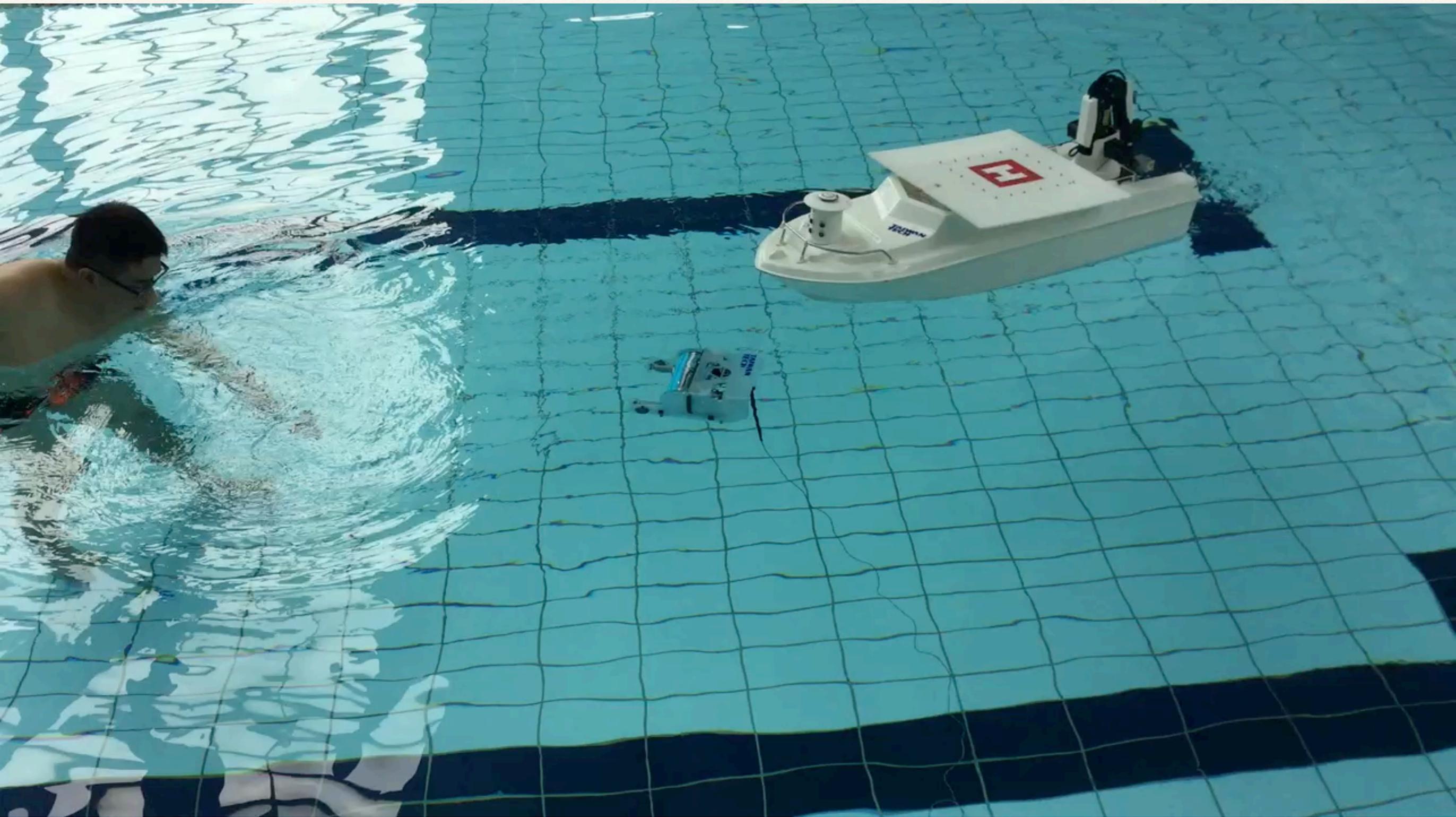


目標搜尋 · 降落 | 海空 | 機器人





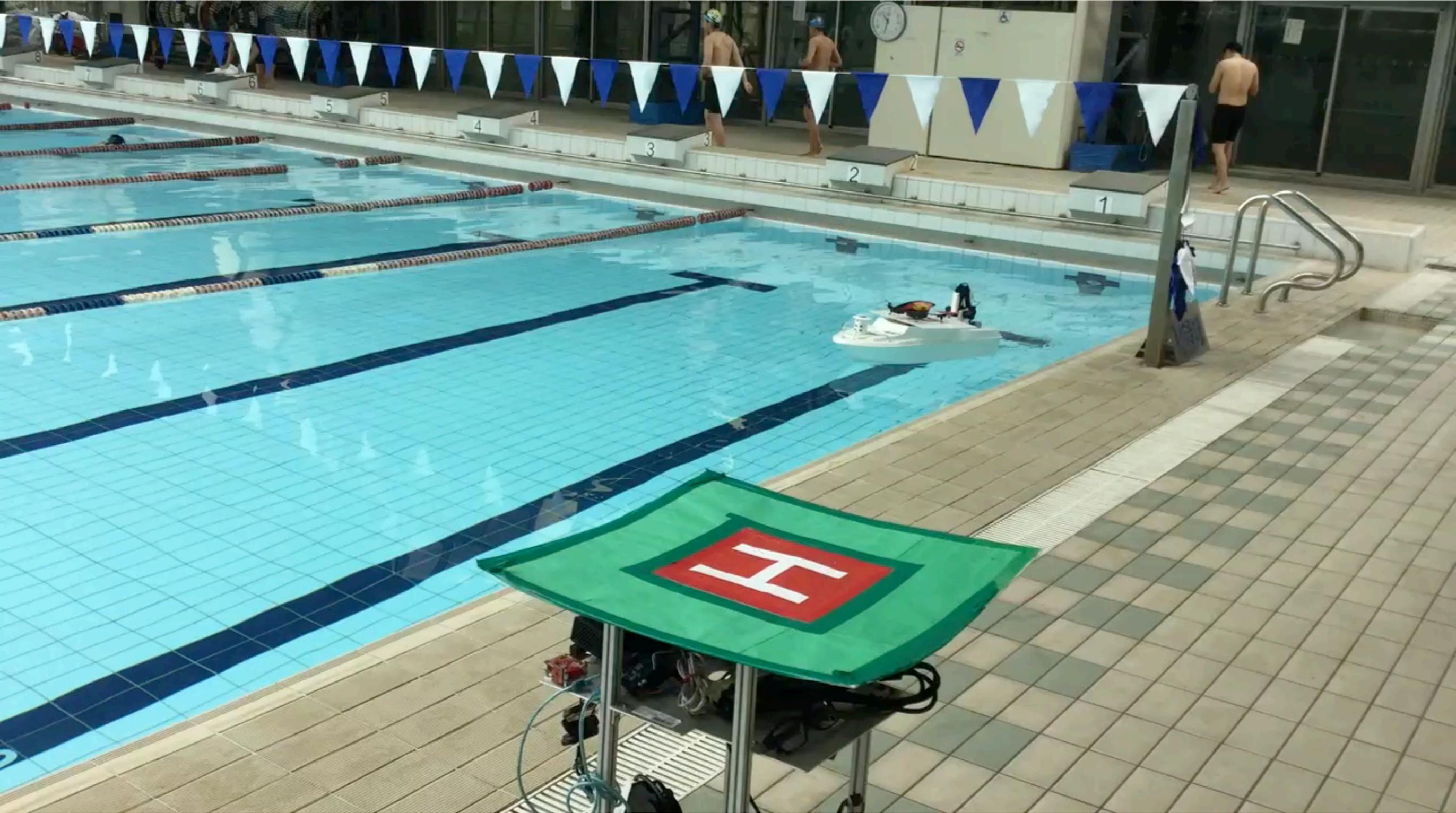
保持隊形 | 水上·上下 | 機器人



協同 · 避障 · 目標搜尋 · 降落 | 陸海空 | 機器人



起飛 · 降落 | 陸海空 | 機器人



3

常見問題集錦



創新  創意



創新 = 創意 + 行動



創業  創新



創業 = 創新 + 經費

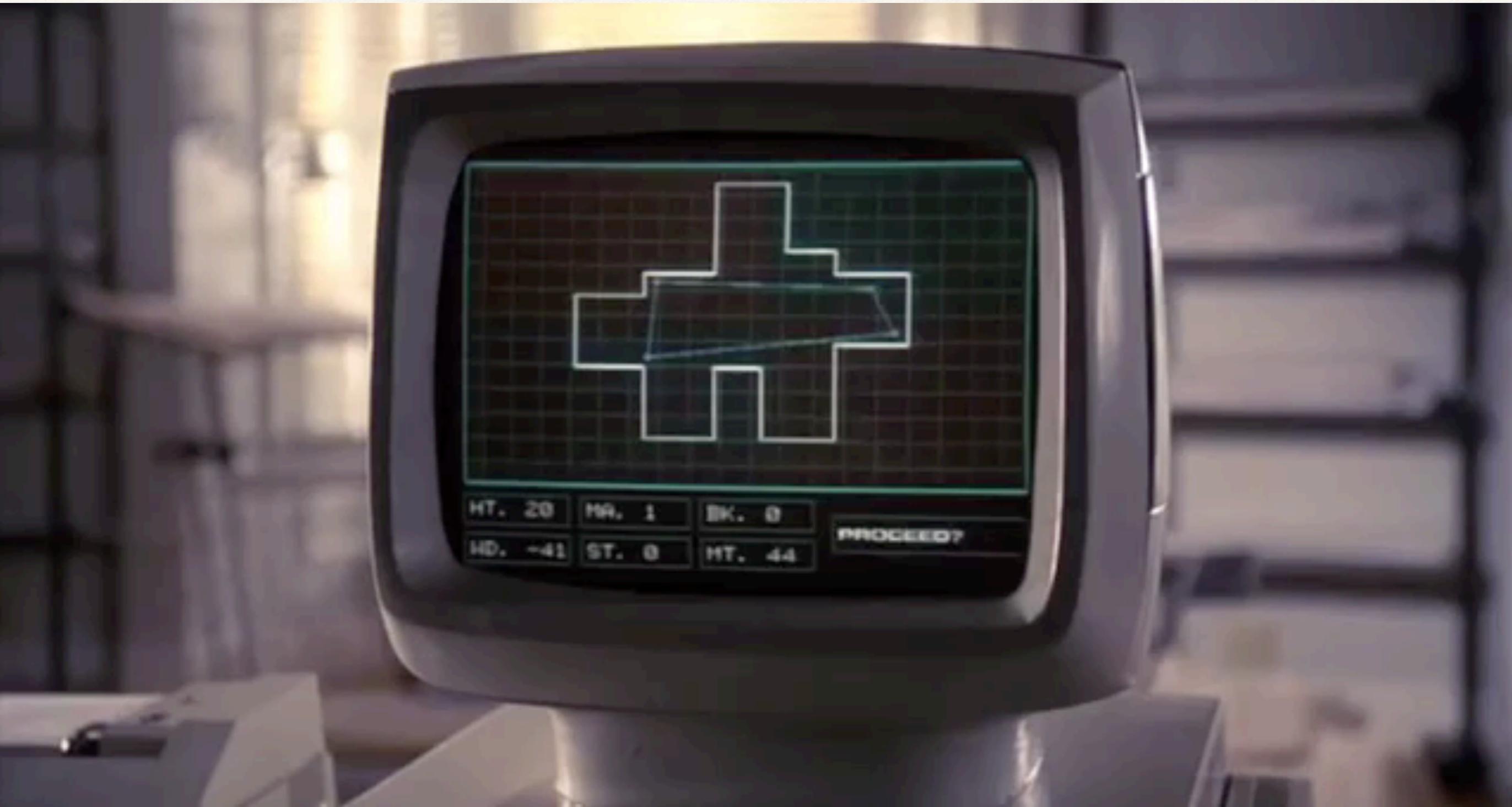


您在過往選擇科系的原因



高中時看過的2部電影

AI 人工智慧 | 無形 · 軟體 · 演算法



電影 | 神通情人夢 (Electric Dream)

Robot 機器人 | 有形 · 硬體 · 運動機制



電影 | 霹靂5號 (Johnny 5)



選擇這樣的科系對您未來的職業是否都一直有連結

是您一直喜歡的方向嗎

博士  康乃爾大學「農業與生物工程系」

農業葡萄修剪機器人



研究科學家  卑詩大學

切魚頭機器人

RYCO

RELIABILITY WORLDWIDE

**RYCO #675 Iron Butcher with Autoheader and
Autoinfeed to Ryco #644 Gutter**

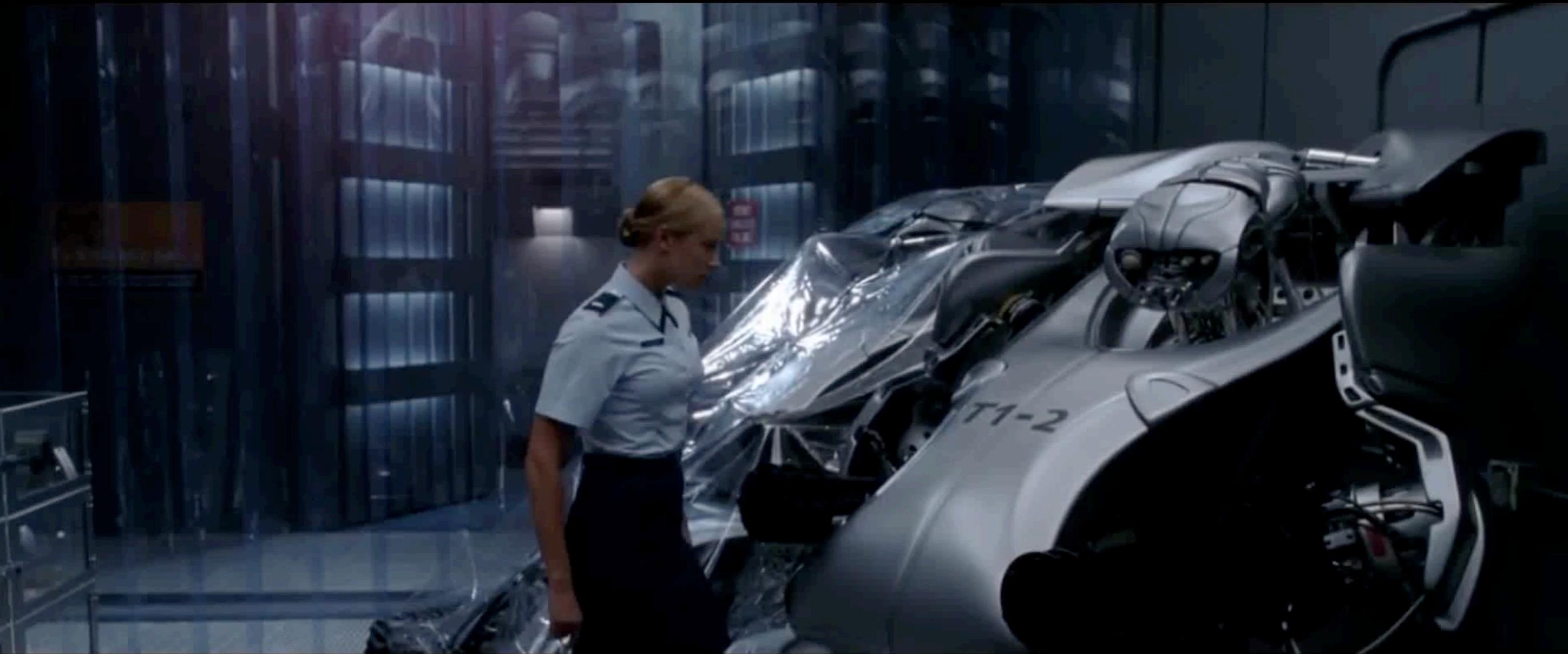
Small Pink Salmon



是甚麼**啟發**您對AI機器人產生了專注

在製作AI機器人的研發過程的**喜樂**

AI 機器人 | 使電影「魔鬼終結者3 (機器的崛起)」情節成真





機器人以及人工智慧究竟是怎麼一回事

人工智慧真的甚麼都"很會"嗎

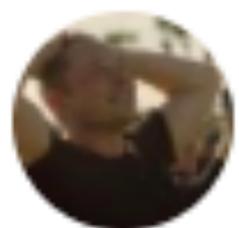
全面性的開發人工智慧有一天可能會導致人類滅亡！

-霍金(Stephen Hawking), 被譽為繼愛因斯坦之後最傑出的理論物理學家



"The development
of full artificial
intelligence
could spell
**THE END
OF THE
HUMAN
RACE.**"

*-Stephen
Hawking*



Elon Musk

@elonmusk

Follow



Worth reading Superintelligence by Bostrom.
We need to be super careful with AI.
Potentially more dangerous than nukes.

7:33 PM - 2 Aug 2014

2,726 Retweets 3,106 Likes





需要具備何種技能



必要

人類語言



英文

電腦語言



程式



- A) 沒有教不好的學生 只有不會教的老師
- B) 只有教不好的學生 沒有不會教的老師



沒有教不好的學生 只有不會教的老師

~~只有教不好的學生 沒有不會教的老師~~

4

人工智慧



人工智慧 | 機器學習 | 深度學習

Artificial Intelligence | Machine Learning | Deep Learning

製造智慧機器和程式的工程

機器學習 | Machine Learning

1980 -

無須明確撰寫程式而有能力學習

實例
知識庫

深度學習 | Deep Learning

2006 -

以深層神經網絡為基礎的學習

實例
邏輯迴歸

實例
MLP



智慧 vs 聰明

Intelligent vs Smart



智慧 \neq 聰明

智慧

演算法



推理



模糊邏輯



學習



類神經網路



演化



基因演算法

目的「判斷・決定」

範例演算法「模糊邏輯」



推理

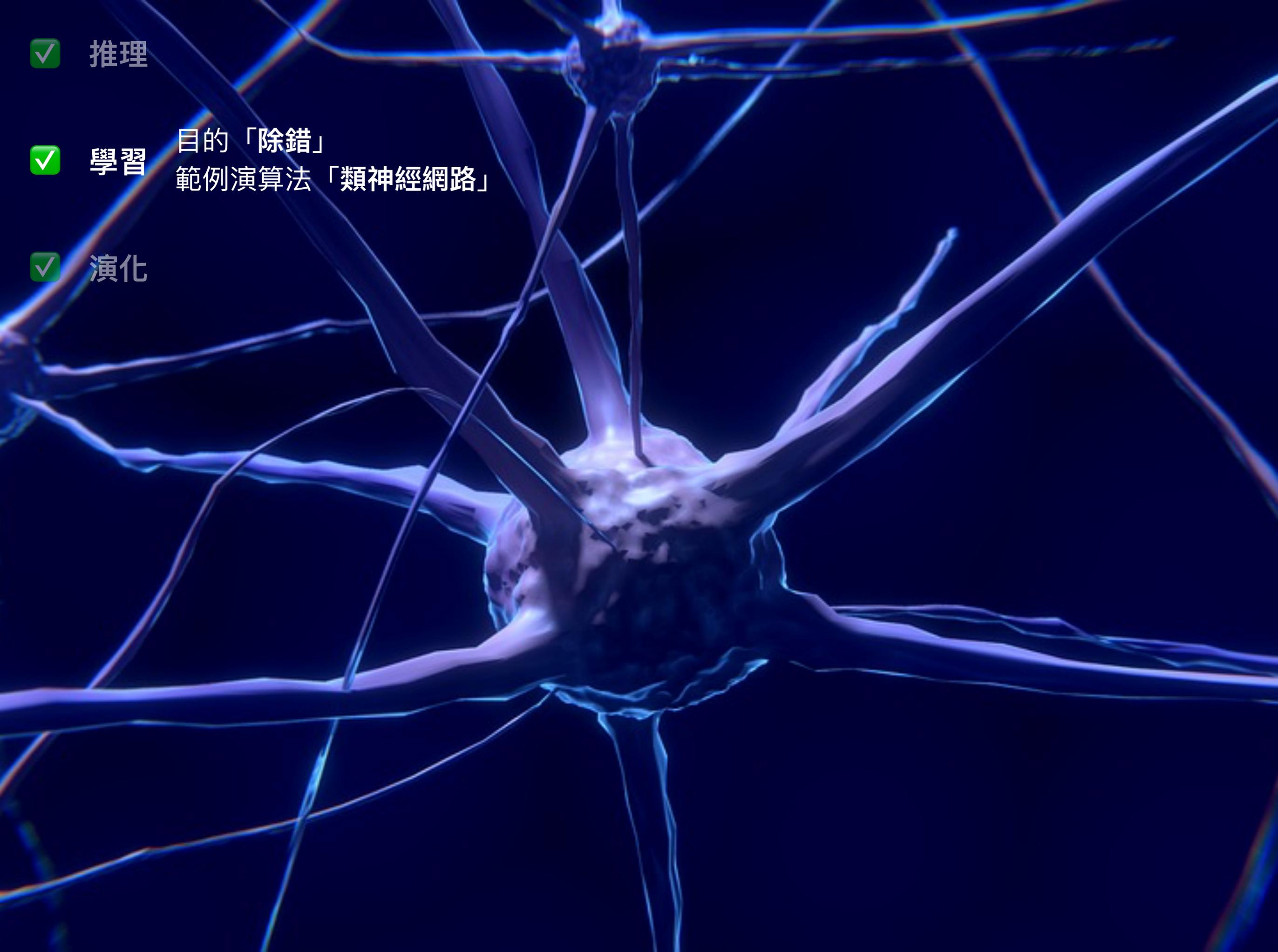


學習



演化





✓ 推理

✓ 學習

目的「除錯」
範例演算法「類神經網路」

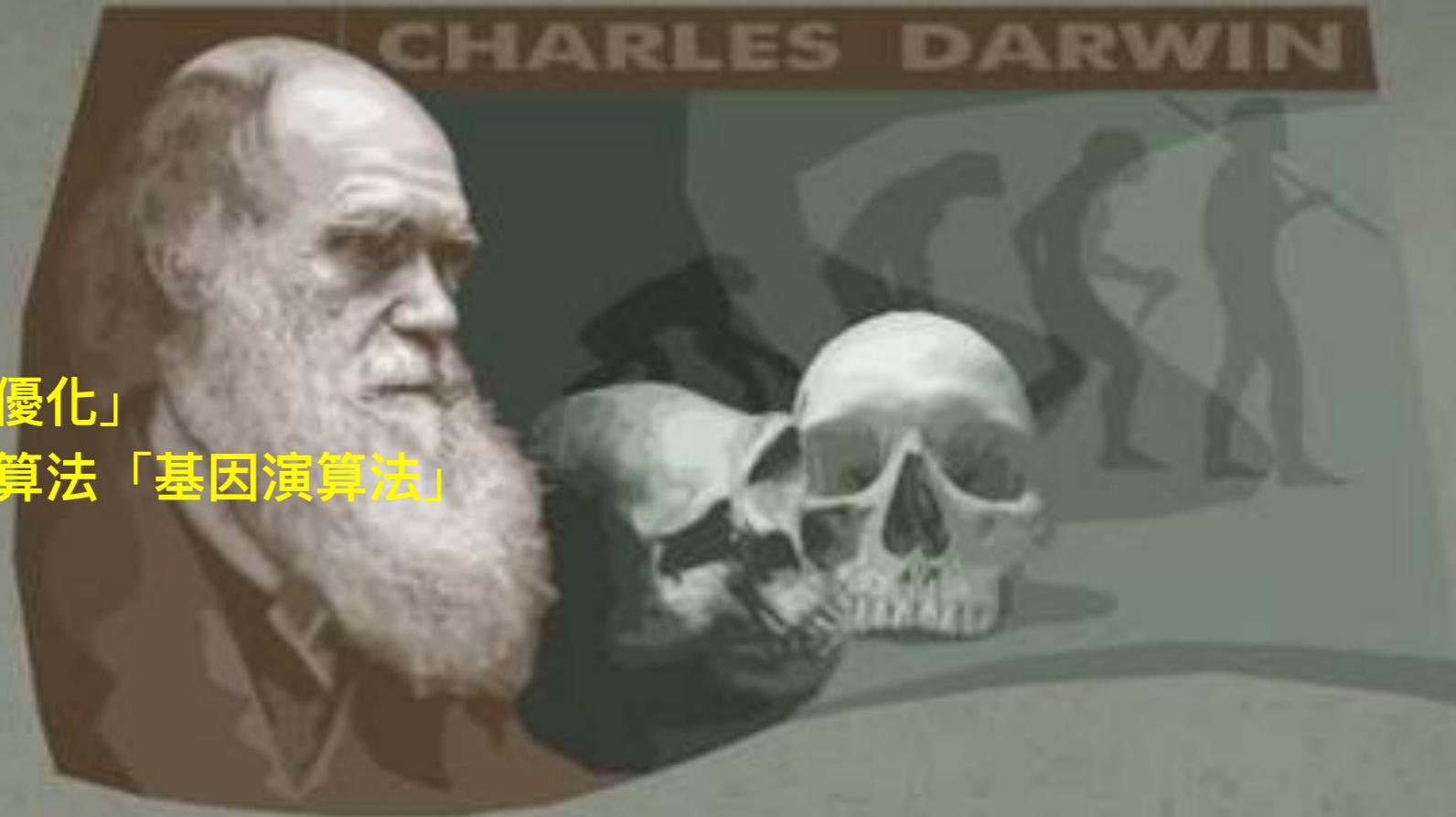
✓ 演化

✓ 推理

✓ 學習

✓ 演化

目的「優化」
範例演算法「基因演算法」



The Theory of Evolution

Natural Selection and Survival of the Fittest

趨勢線

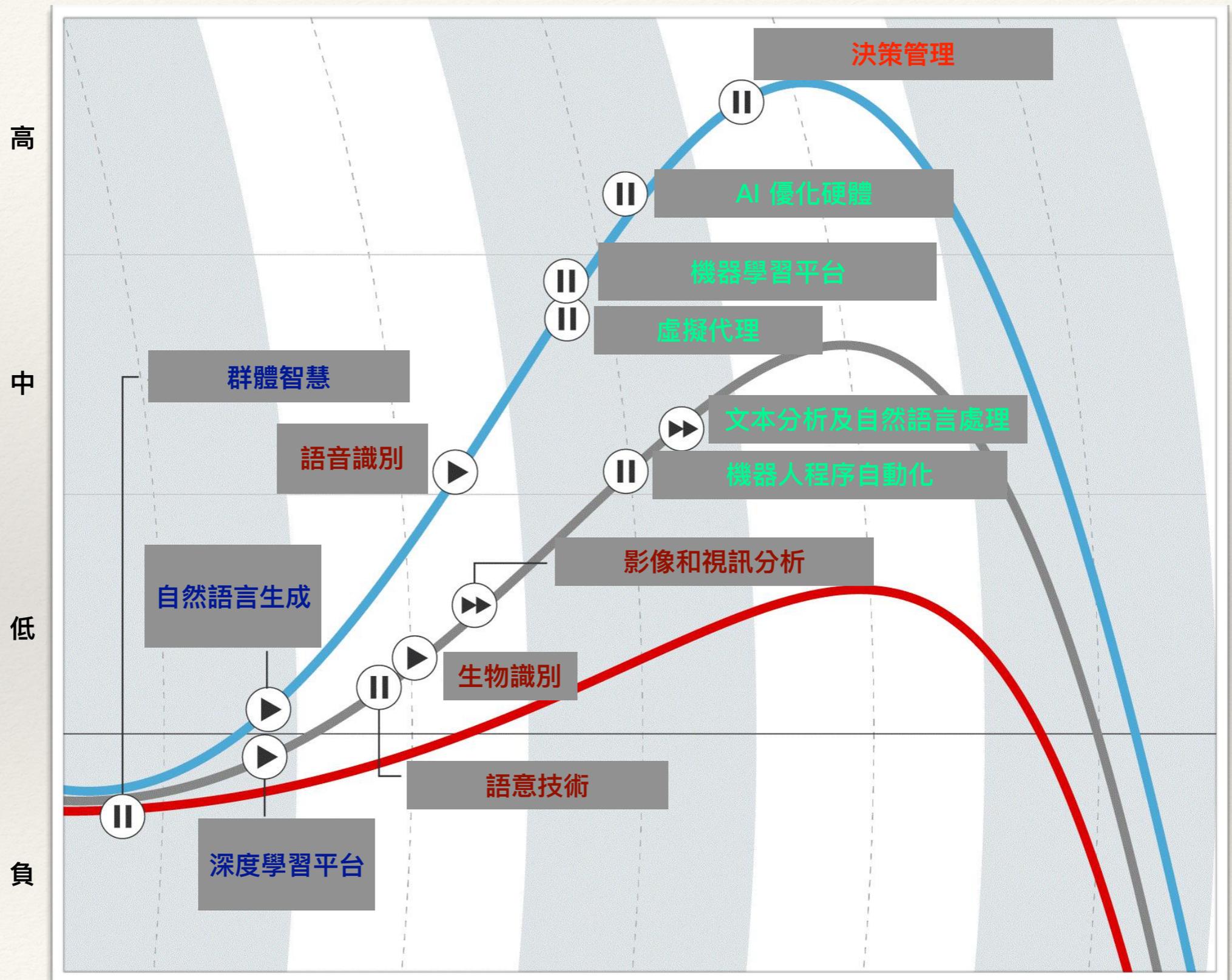
- 顯著成功
- 中等成功
- 收效甚微

到下一階段所需時間

- 1年
- 1-3年
- 3-5年
- 5-10年
- > 10年

文獻 (1)

處理不確定性之商業調整而帶來附加價值

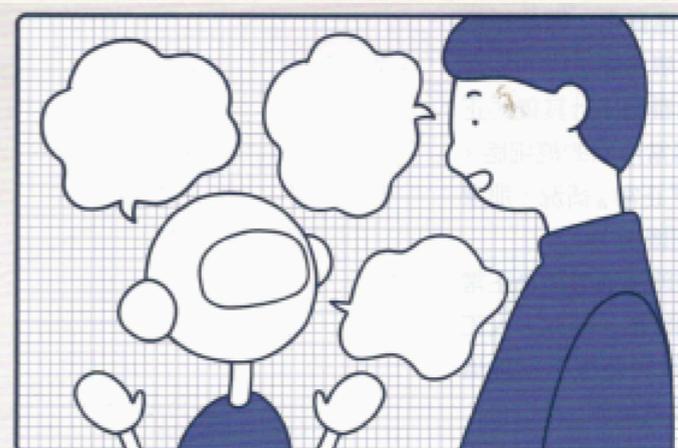
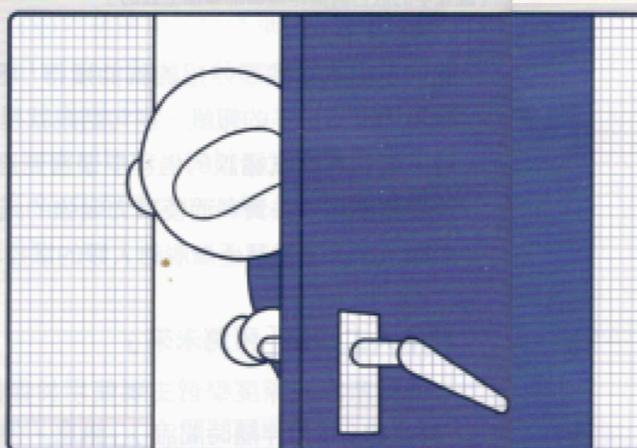
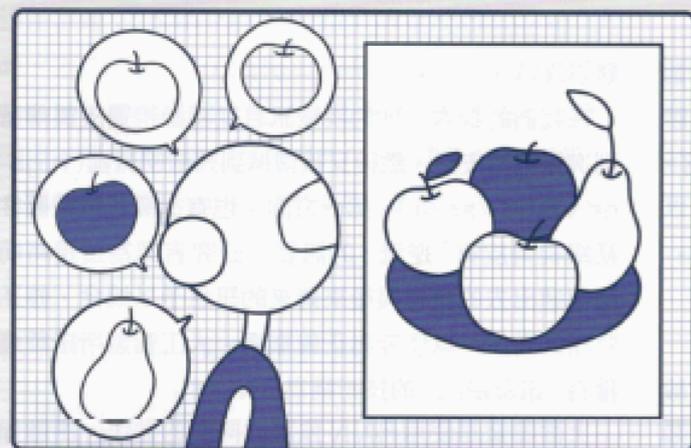


😊 創作階段 😓 生存階段 😬 成長階段 😞 飽和階段 😭 下降階段

能力 1. 正確分辨圖像

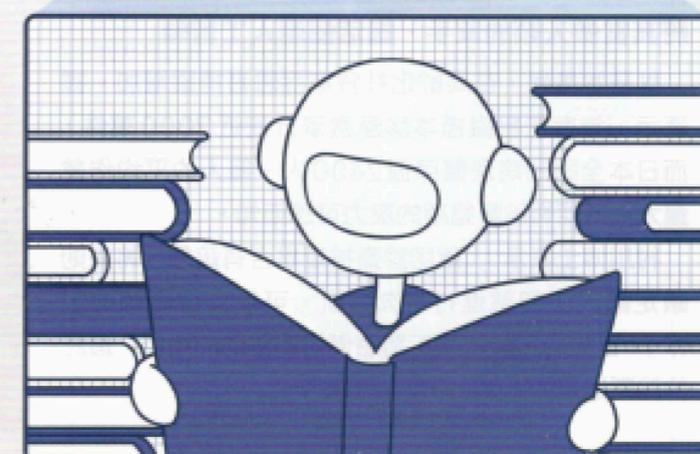
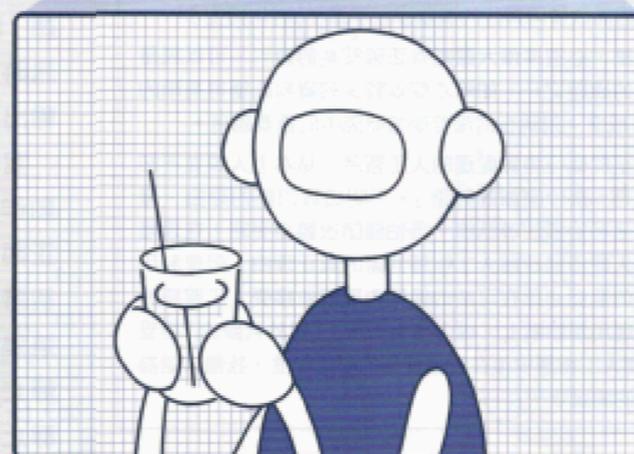
能力 3. 獲得與動作相關的概念

能力 5. 理解語言



2020

2030



能力 2. 使用複數的感覺訊息掌握特徵

能力 4. 獲得通過行動的抽象性概念

能力 6. 獲得知識和常識

什麼是深度學習？

- ❖ 一種機器學習模型，直接從**圖像**，**文本**或**聲音**進行分類
- ❖ 使用類神經網路架構來實現
 - ❖ “深”是指網絡中的層數 – 層數越多，網路越深
- ❖ 傳統的類神經網路只包含2或3層
 - ❖ 深層網路可以有數百個

深度學習模型

- ❖ 通過組合更簡單的概念來表示人物形象的概念，例如
 - ❖ 角落和輪廓
 - ❖ 這又是根據邊緣定義的
- ❖ **深度** | 從輸入到輸出的最長路徑的長度



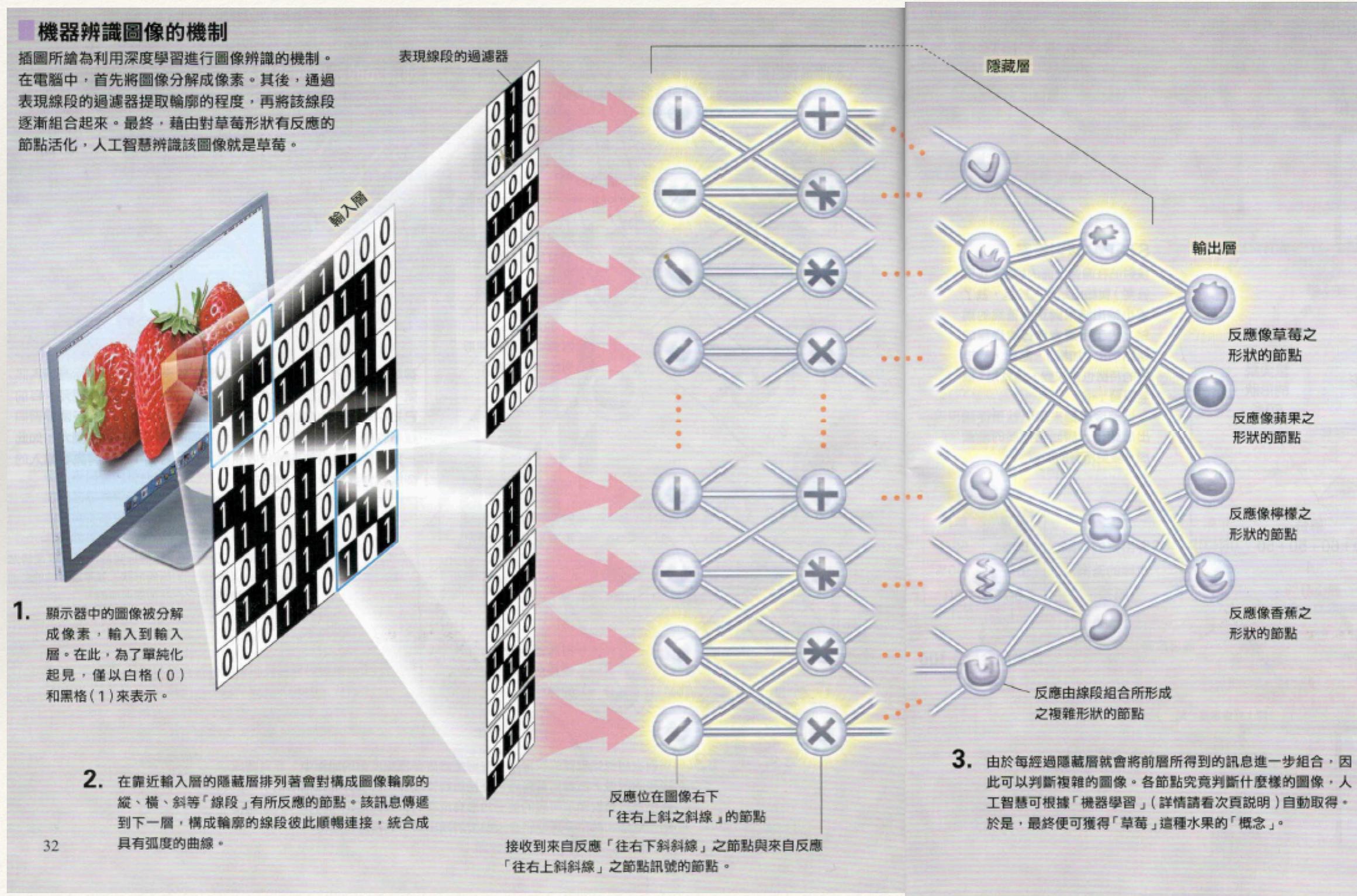
「Teachable Machine」 

— *Google* 深度學習

深度學習常用模型

卷積神經網路(Convolutional Neural Network, CNN)

文獻(2)

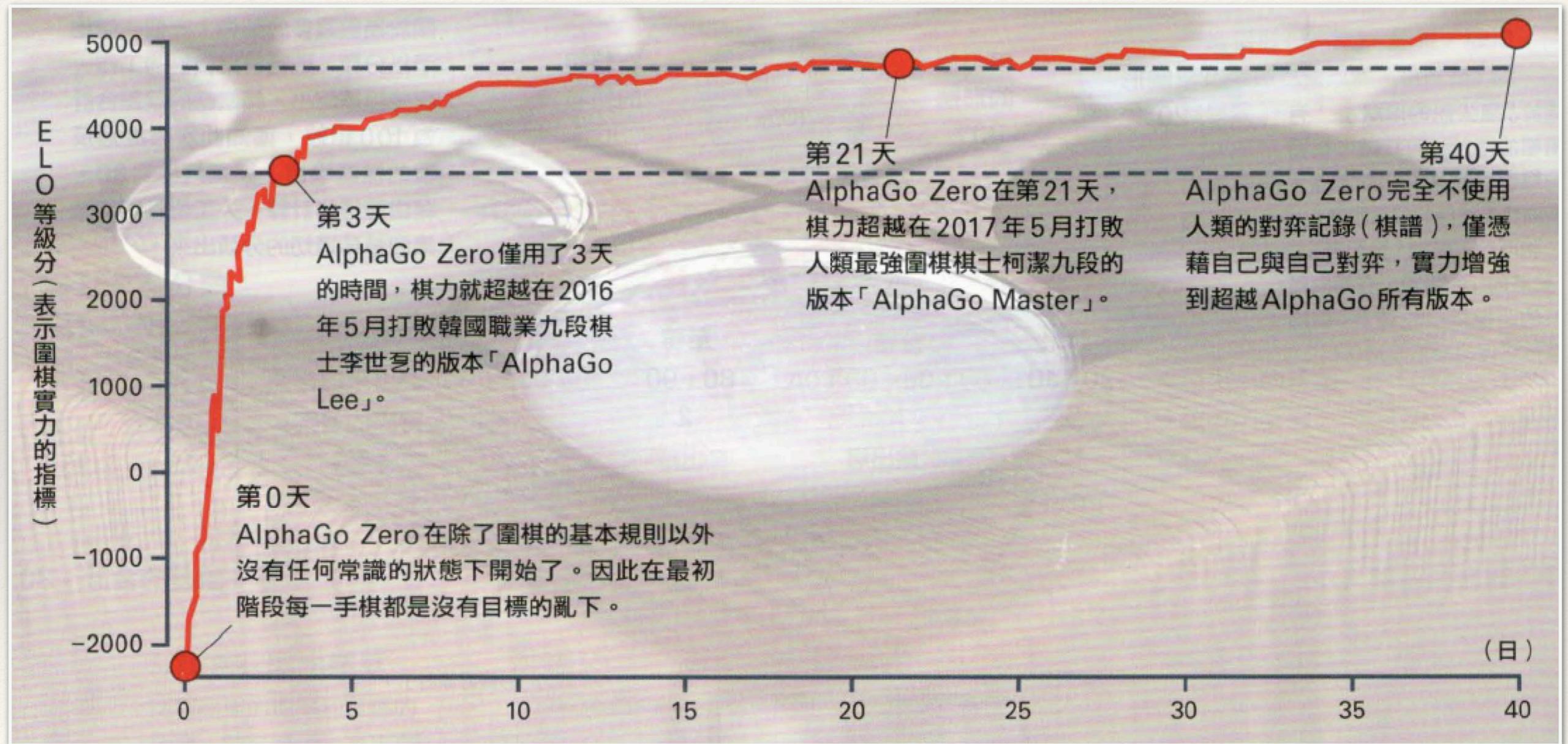


接著，2017年10月僅給予圍棋規則的「AlphaGo Zero」以此「強化學習」模型，在40天內擊敗「AlphaGo」

深度學習常用模型

強化學習(Reinforcement Learning)

文獻(2)



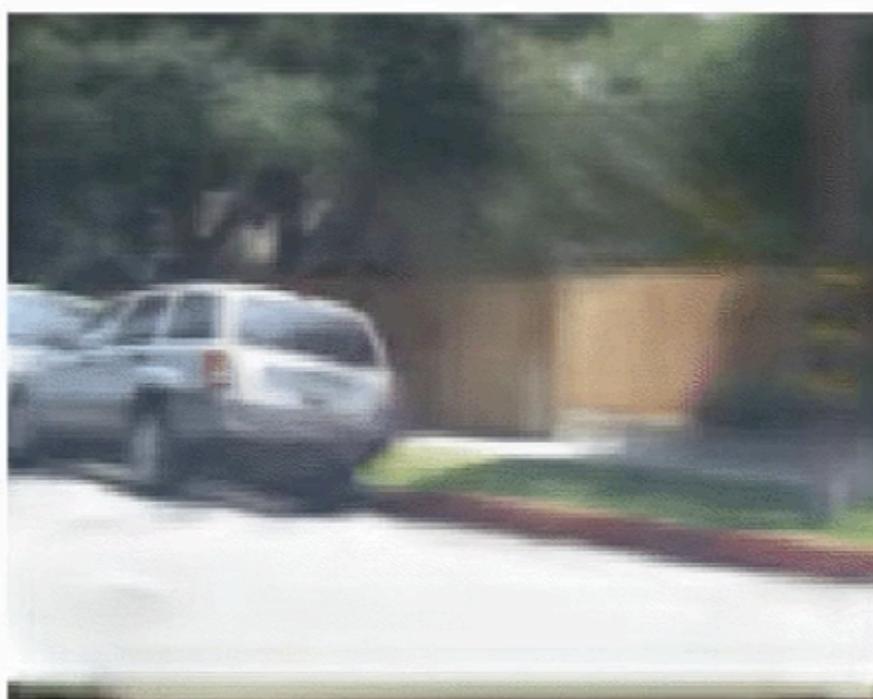
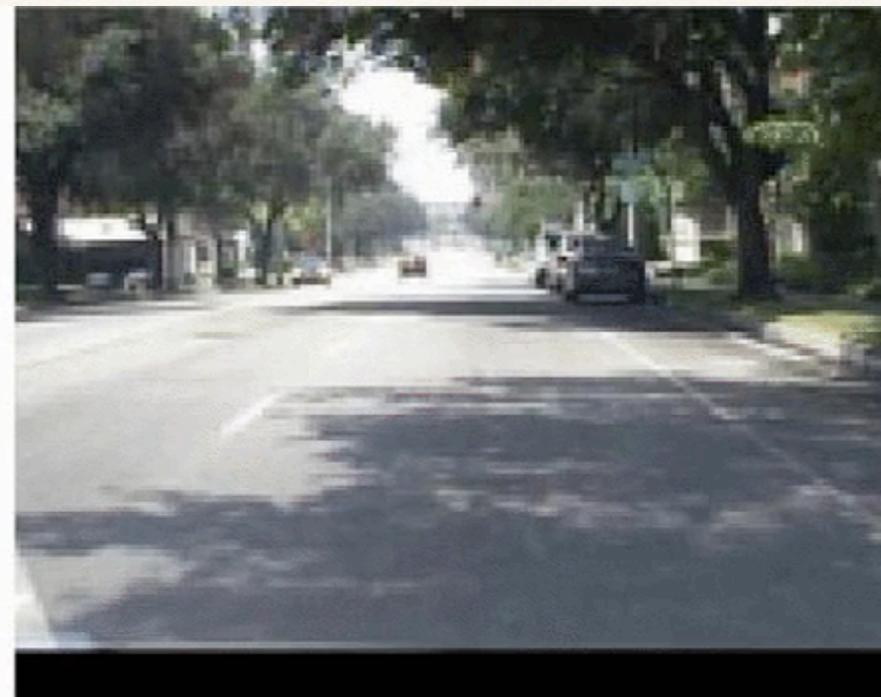
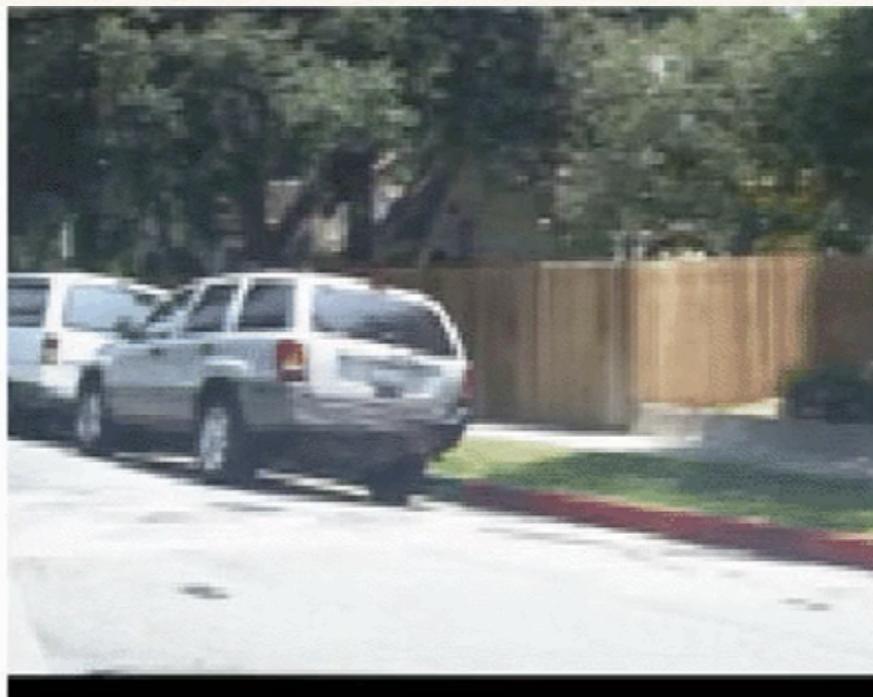
自己與自己對弈而找到最佳的路數

從影像預測未來的「遞歸神經網絡」

深度學習常用模型

遞歸神經網絡(Recurrent Neural Network)

文獻(3)



上面是實際的影像，下面是由遞歸神經迴路(RNN) 預測未來所製作出來的影像 

深度學習常用模型

生成對抗網路(Generative Adversarial Network, GAN)

- ❖ 訓練兩個相互競爭的神經網路
 - ❖ **生成神經網路**試著創作出看起來像真貓的假貓圖片
 - ❖ **判別神經網路**則是檢視貓咪圖片並試著判斷真假
- ❖ 警察和偽造者之間的角力
 - ❖ 偽造者做出看起來像是真的的偽幣
 - ❖ 警察從任何特別的紙鈔中判斷真偽

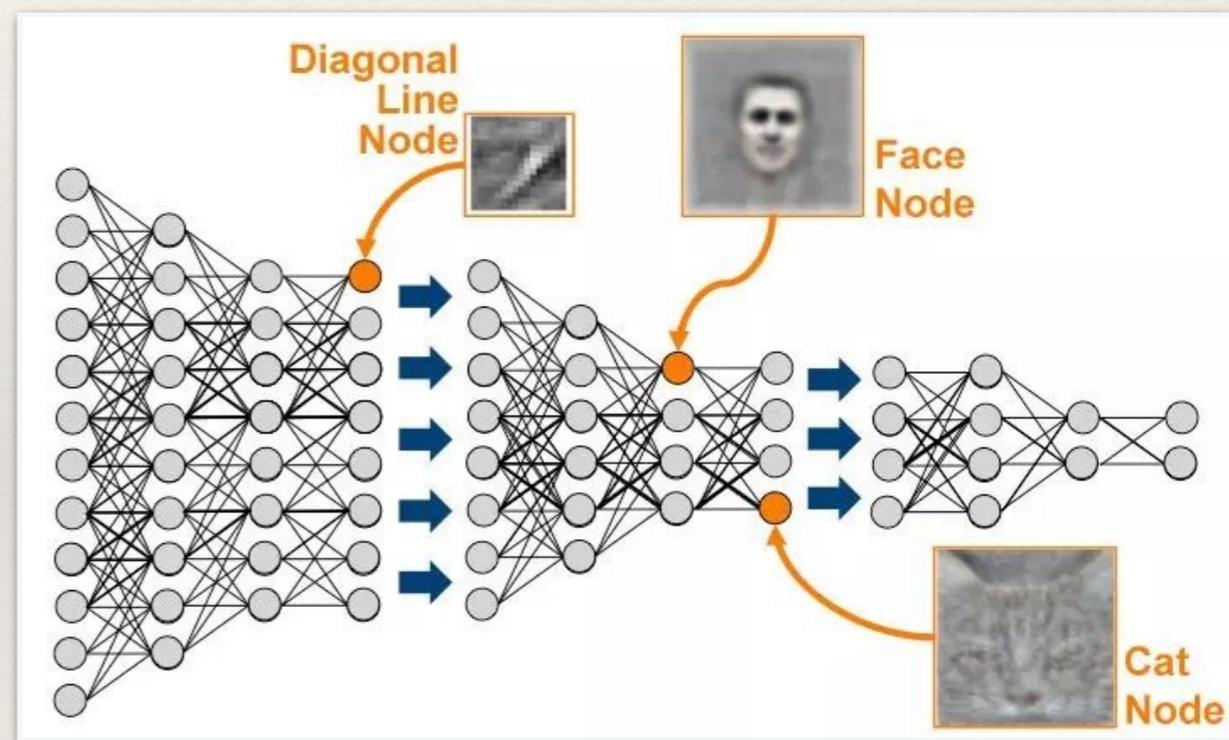
生成網路創作出來的圖片



深度學習常用模型

遷移學習(Transfer Learning)

- ❖ 假設已經有了一個可以分辨貓和狗的深度神經網路
- ❖ 之後想訓練一個能夠分別不同品種的狗的图片模型
 - ❖ 需要做的不是從頭訓練那些用來分辨直線，銳角的神經網路的前幾層，
 - ❖ 而是利用訓練好的網路，提取初級特徵
 - ❖ 之後只訓練最後幾層神經元，讓其可以分辨狗的品種



學習抓握不規則物品

1. 數據收集



學習抓握不規則物品

2.訓練



學習抓握不規則物品

4. 訓練模型上線



Continuous visual feedback improves grasp success rate

Successful Grasps 0

Failed Grasps 0



深度學習 感知 | 夾取位置

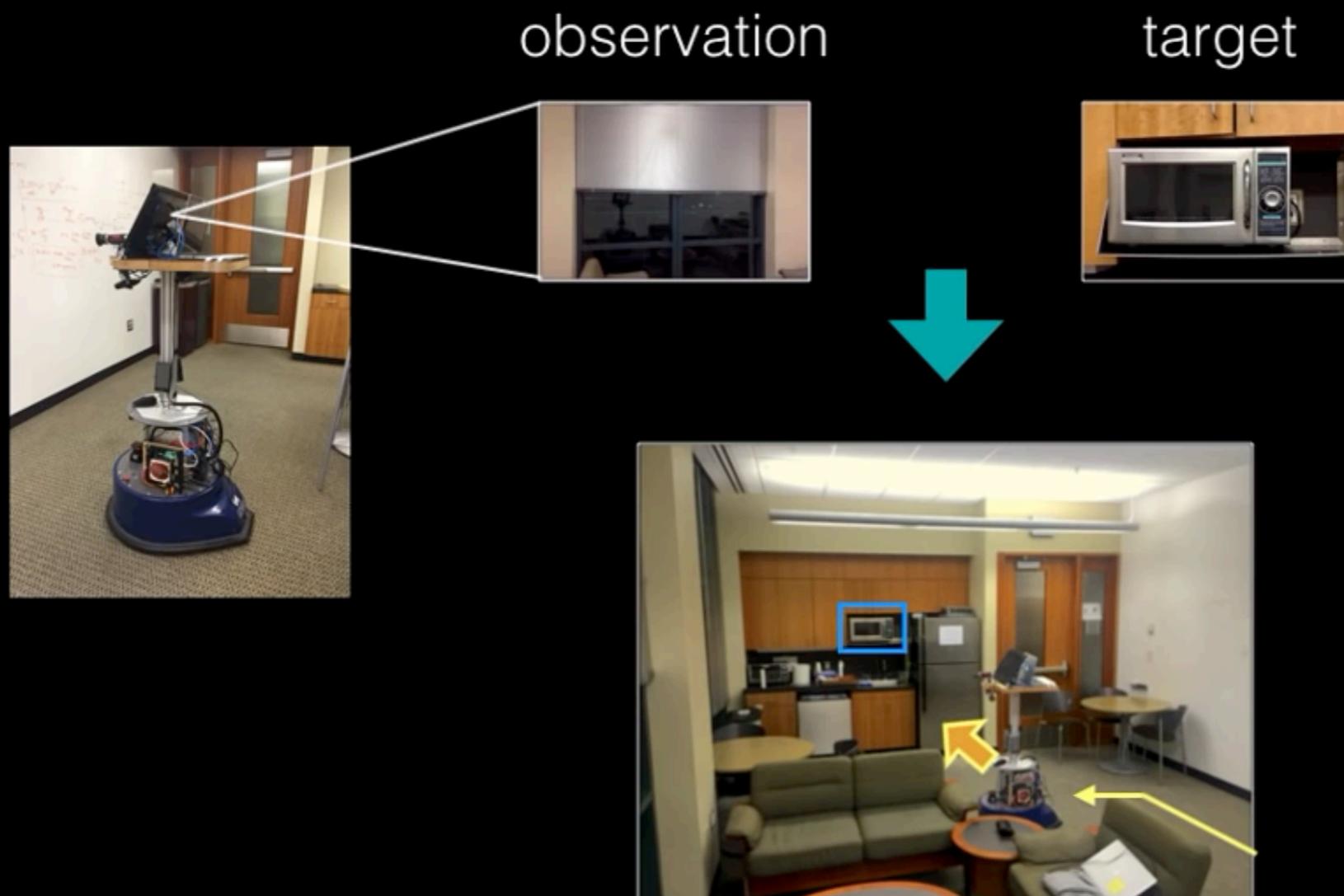


深度學習 控制 | 機器人

目的 | 導航 · 最短路徑
輸入 | 影像 | 當前 · 目標
輸出 | 行動 | 3D環境



Target-driven Visual Navigation



5

機器人



移動機器人 vs. 無人載具



移動機器人 | 自主
無人載具 | 無駕駛員



「控制模式」

- ◆ **遙控** | 由人類以無線或有線方式控制
- ◆ **自動** | 電腦程式執行規畫好的任務
- ◆ **自主** | 能應變（處理無法預知的狀況）行為控制
 - 目標搜尋 | 避障 | 軌跡追蹤 | 保持隊形



自主 vs 自動



「AI | 人工智慧」

自主 = 自動 + AI 人工智慧

工業 4.0

工業 3.0

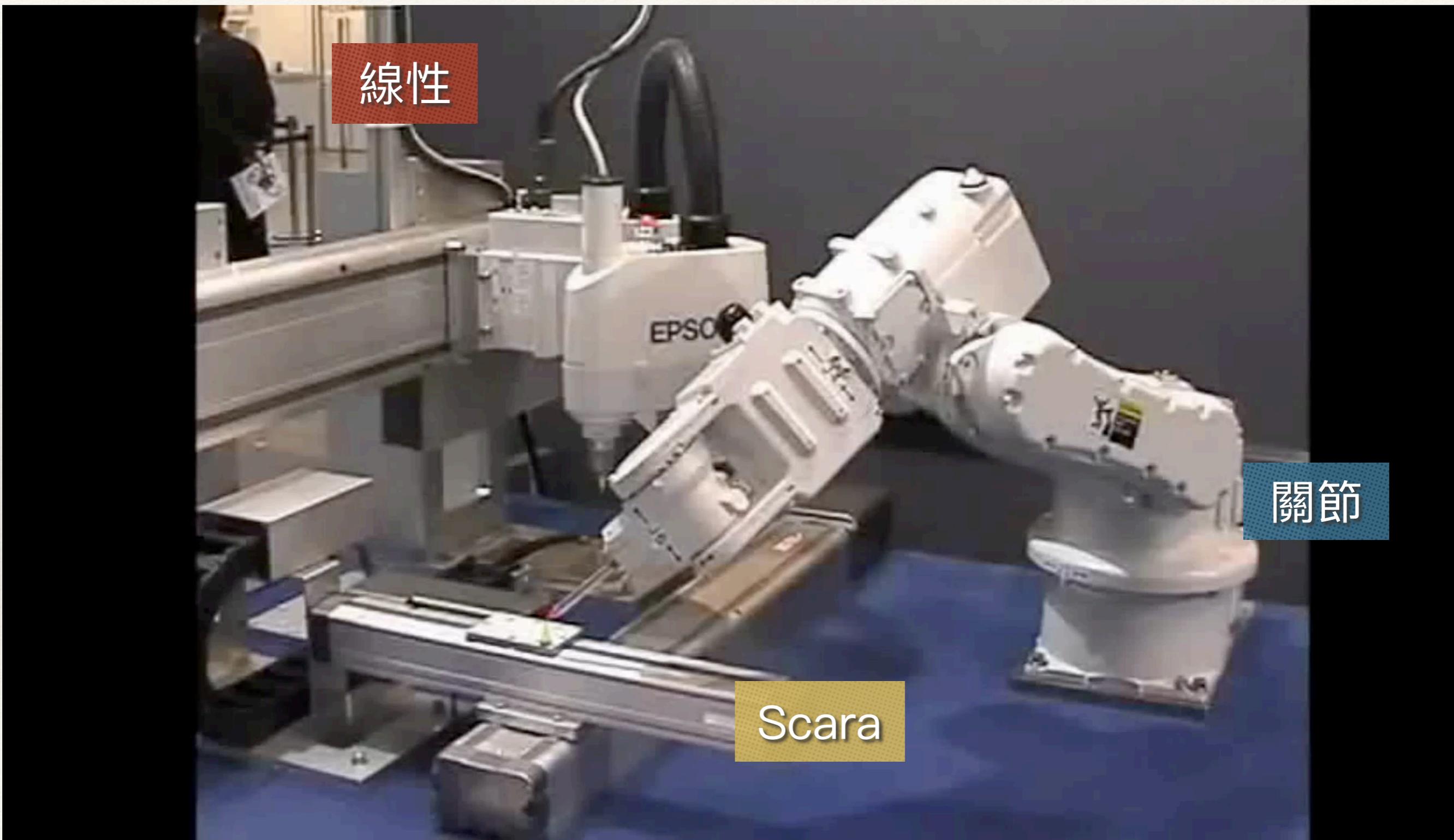


移動機器人 vs 機械手臂



機器人 | 自主
機械手臂 | 致動器

? 移動



線性

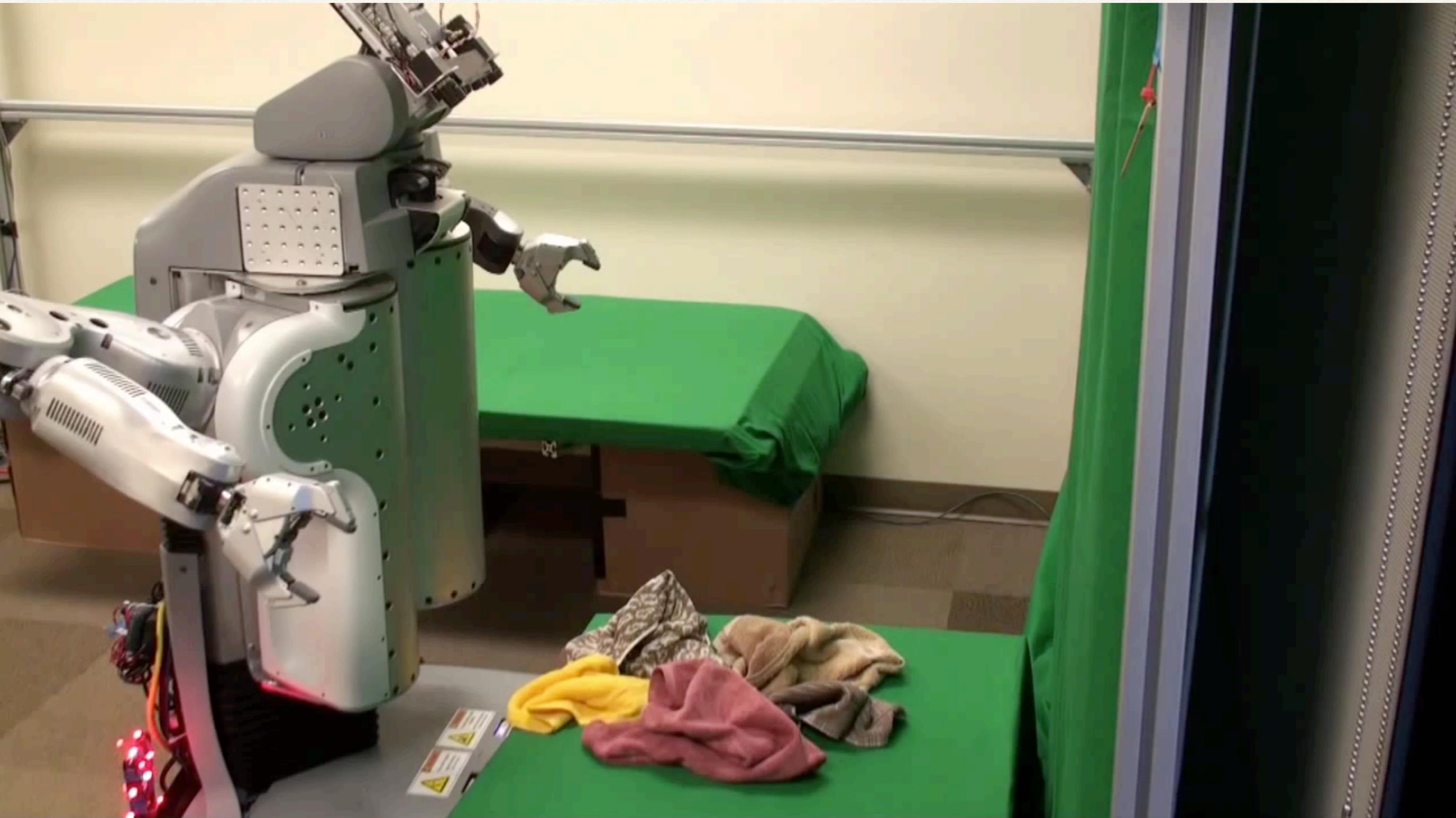
關節

Scara

✘ 都不是 | 基座固定

The Customer

🔑 但這樣就是了 🔗



🔑 但這樣就是了 📌

腿式機器人 | 可跨越各種障礙物

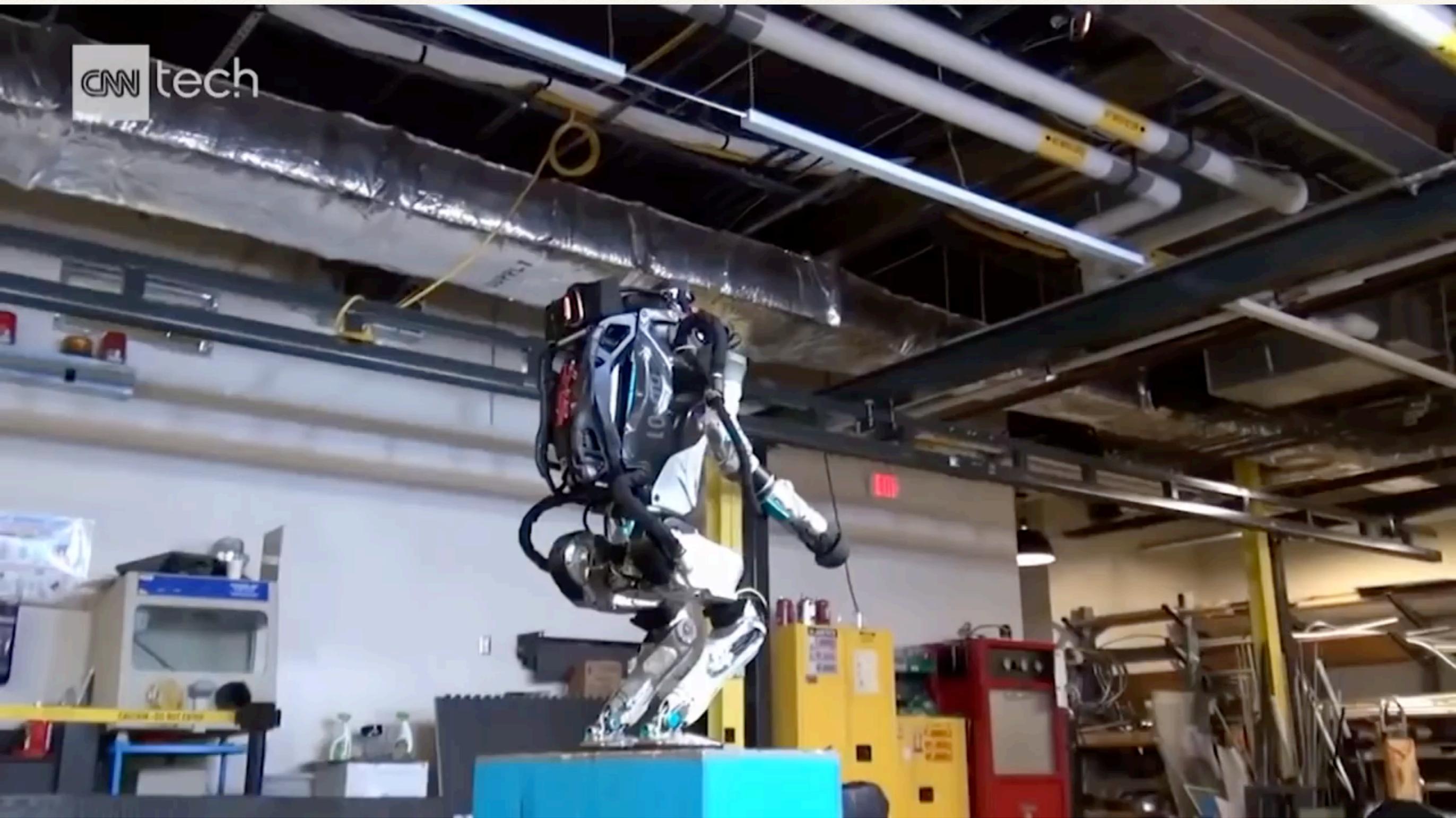
- ✓ 可以穿越許多不同的地形
- ✓ 仿效有腿的動物
- ✓ 以仿生學為例



運動機制 | 足式 | 雙足



CNN tech

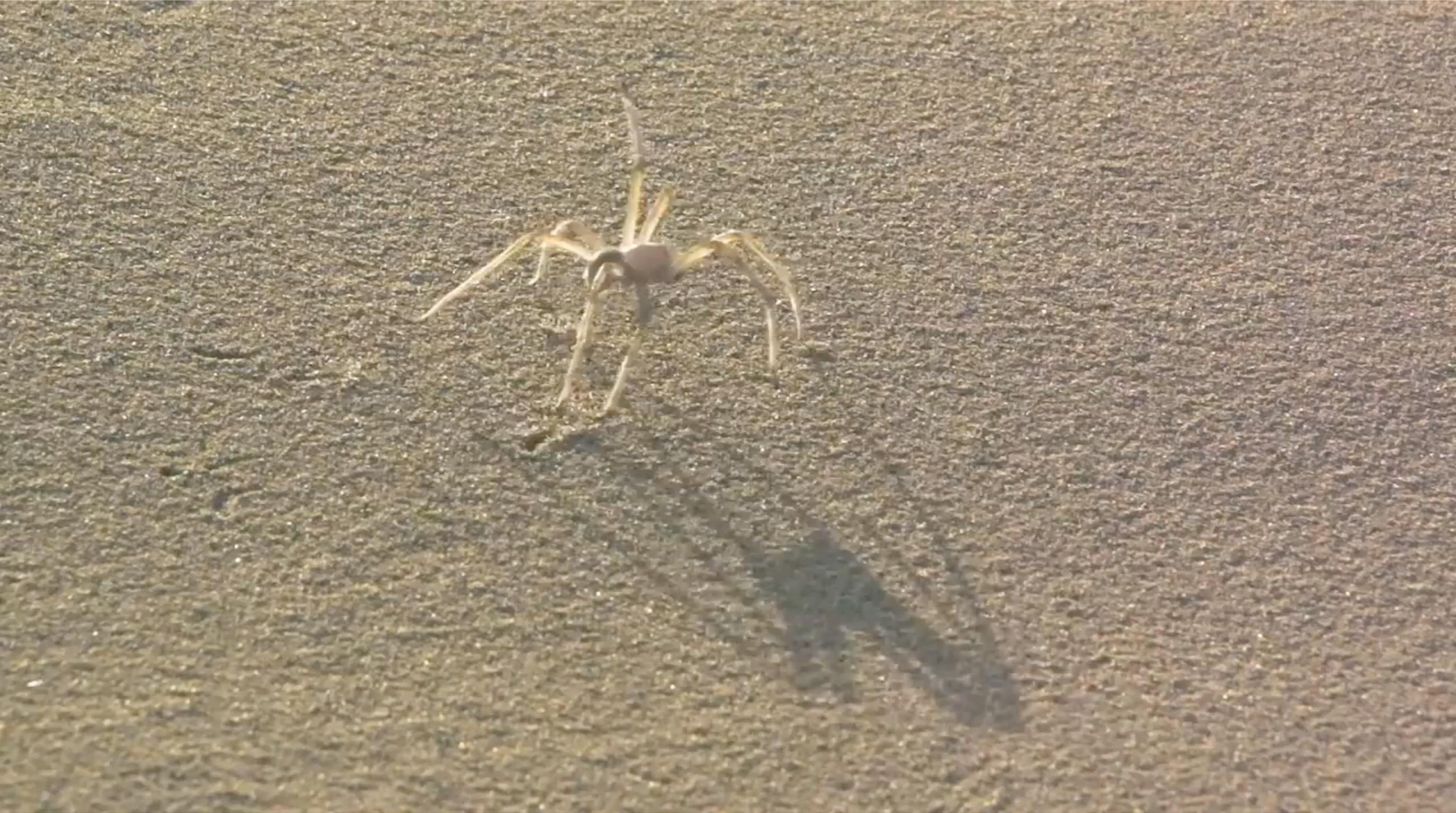


 Boston Dynamics · Atlas

運動機制 | 足式 | 四足

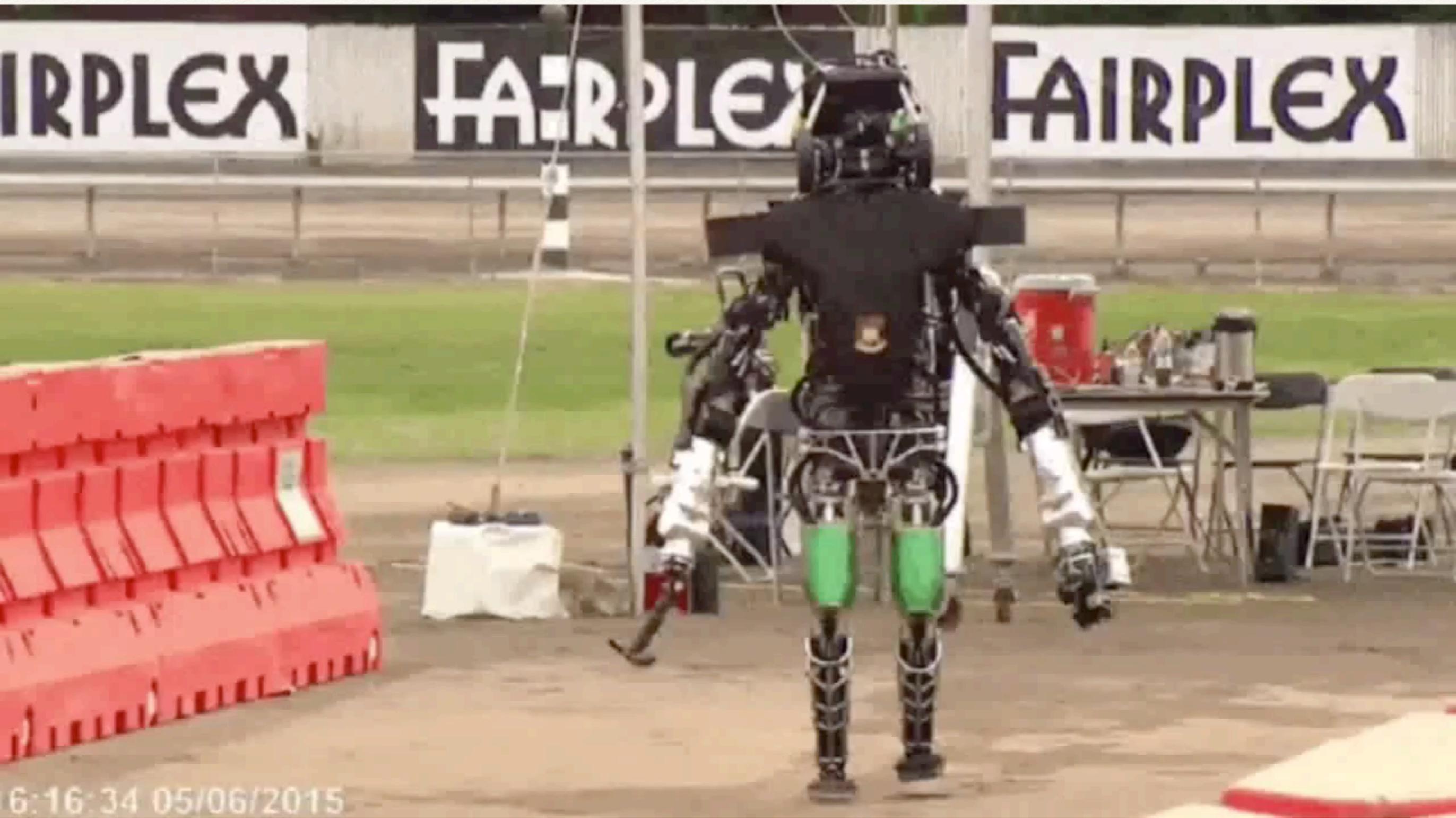


運動機制 | 足式 | 多足



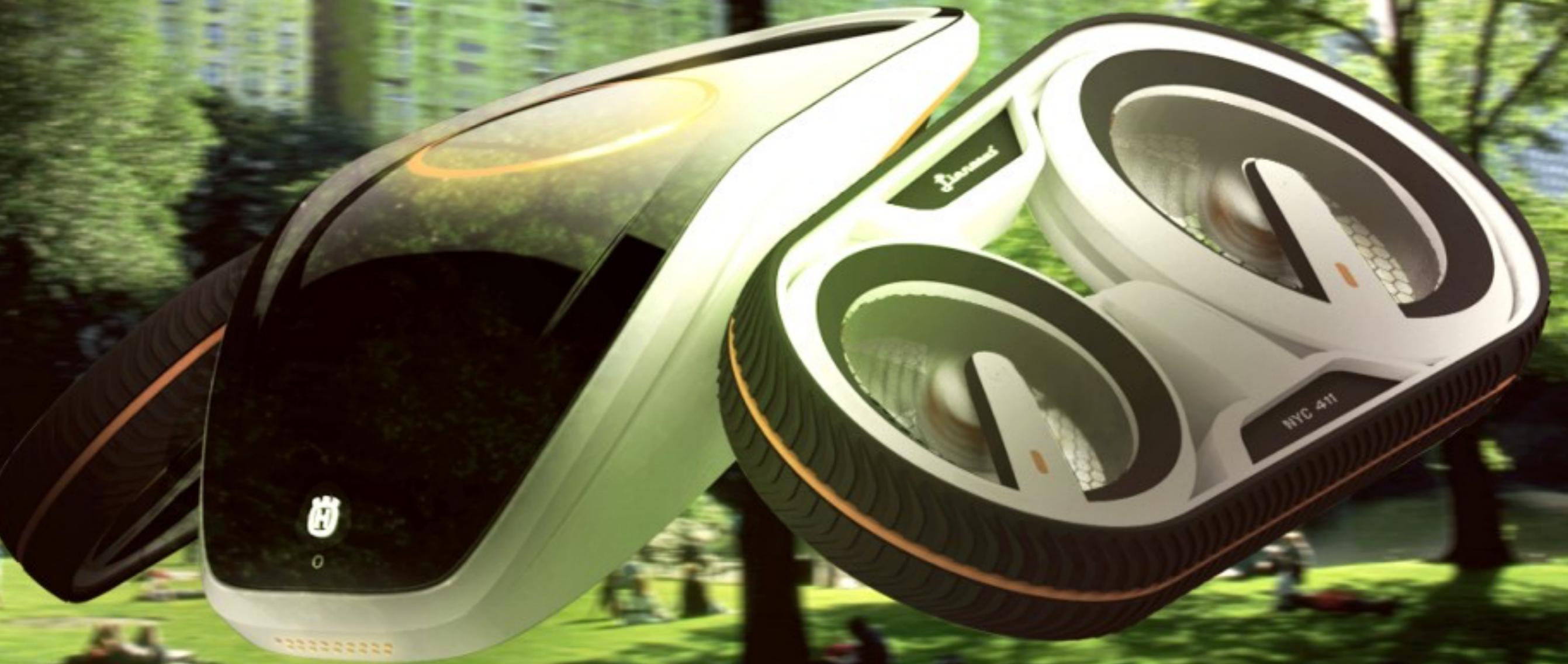
 **FESTO** · BionicWheelBot

運動機制 | 足式 | 失敗案例

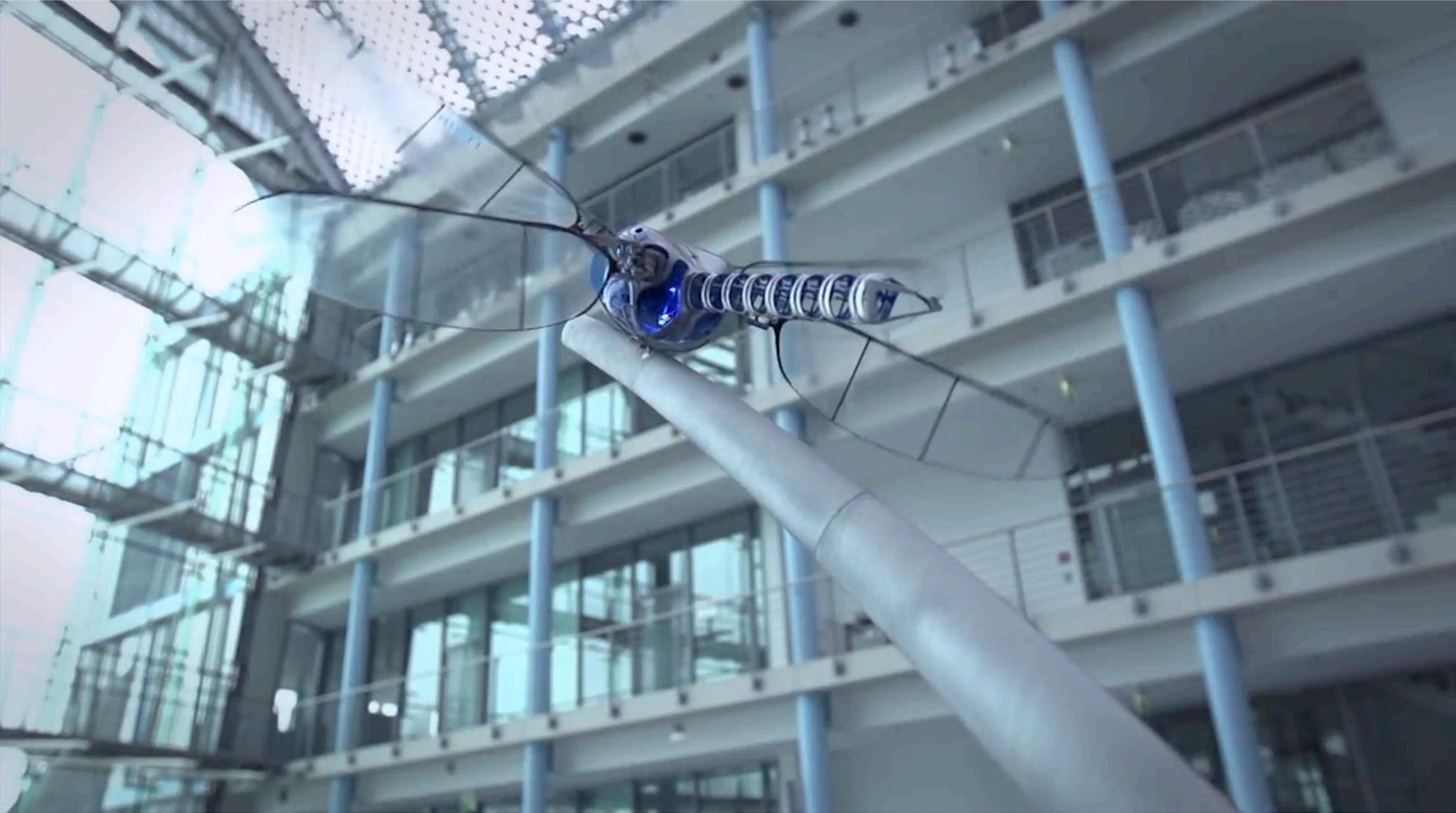


空中機器人 | 自主性

- ✓ 比GPS更準確的導航
- ✓ 更高階的機器人感知
- ✓ 主要研究：同時定位和建圖



運動機制 | 空中 | 振翅



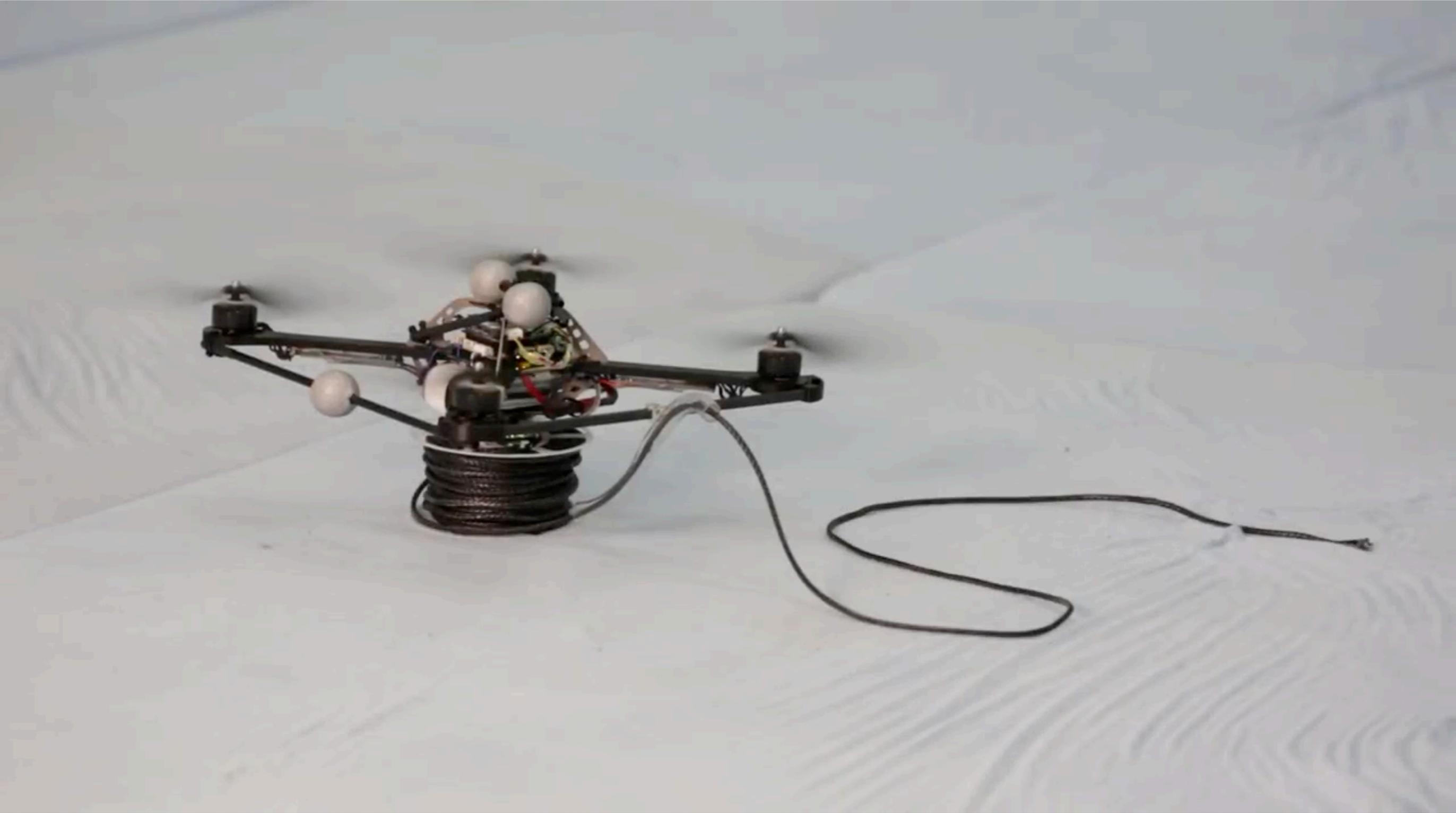
 Festo公司 · BionicOpter

運動機制 | 空中 | 振翅



 Festo公司 · BionicFlyingFox

運動機制 | 空中 | 旋翼



運動機制 | 空中 | 旋翼



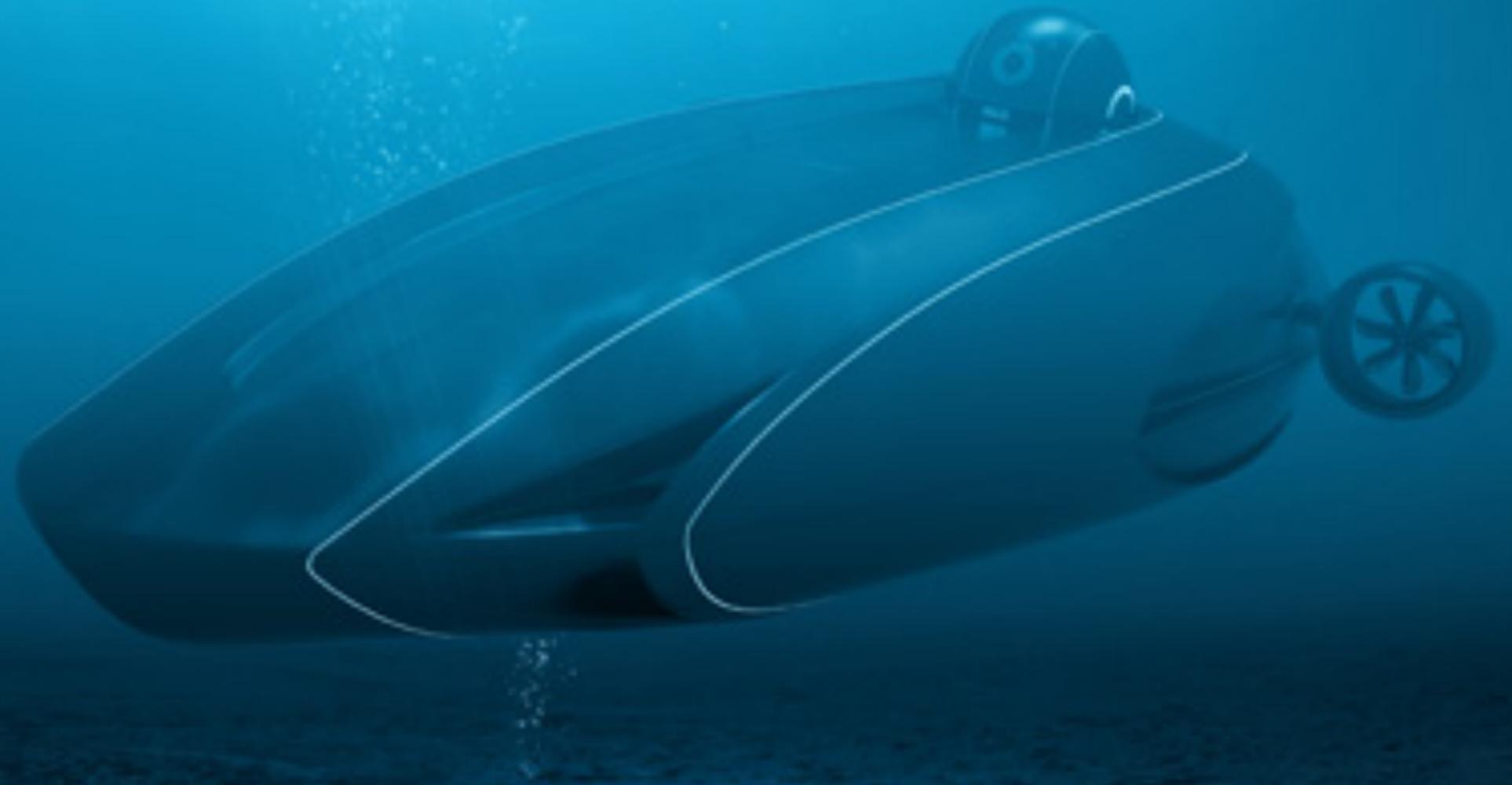
 NVIDIA · 深度學習

運動機制 | 空中 | 平翼



水下機器人 | 在所有三個坐標方向上移動

- ✓ 高度非線性的控制
- ✓ 攜帶機器手臂使非線性更加大
- ✓ 強力結構 | 水深每增加10 公尺，水壓便會增加約1 大氣壓



運動機制 | 水下 | 水母



 **FESTO** · AquaJelly

運動機制 | 水下 | 蛇形兩棲



habitat: flat dry surfaces...

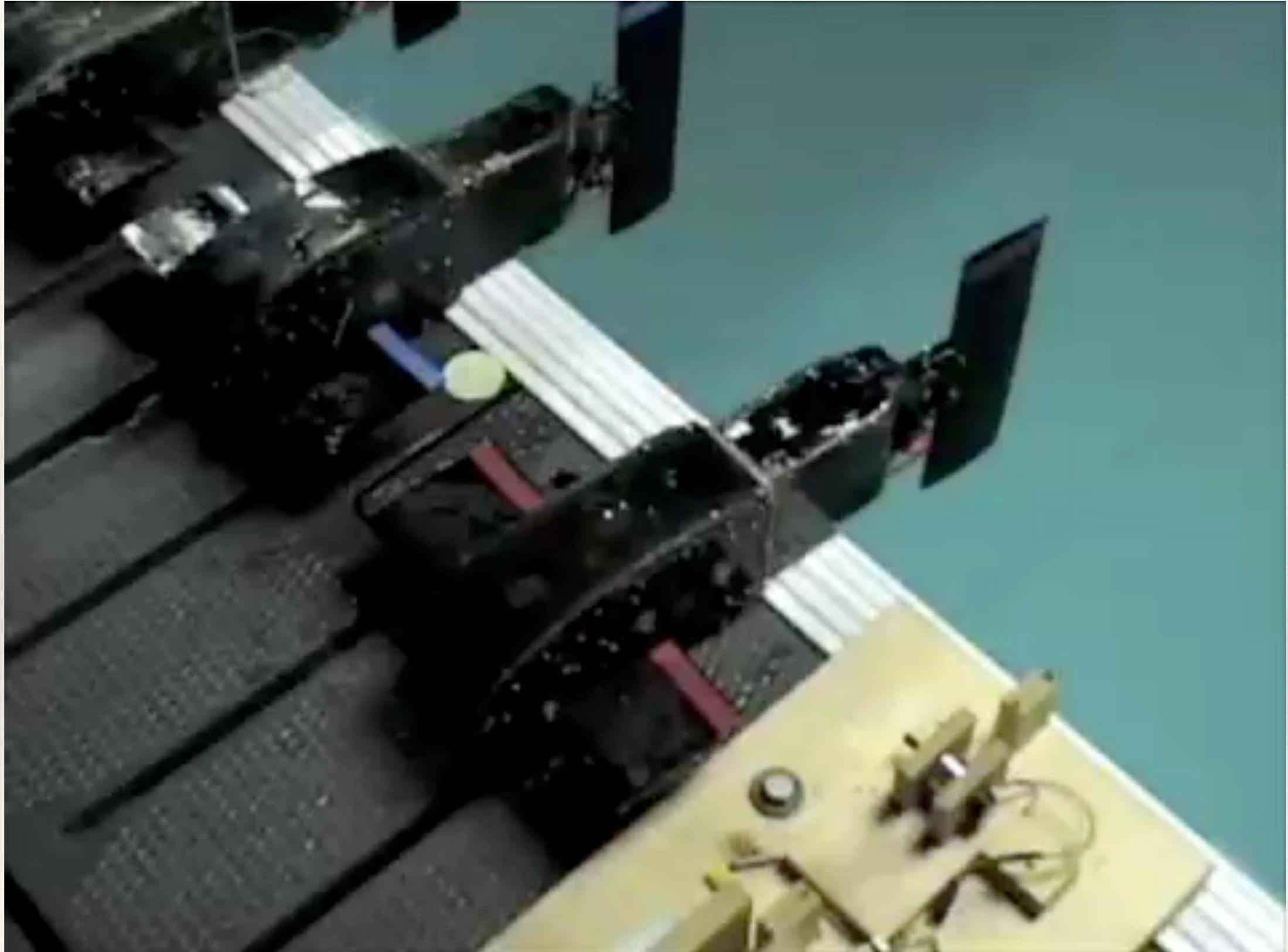
 **Hibot** · ACM-R5H

運動機制 | 水下 | 章魚



 Octobot

運動機制 | 水下 | 魚



 華盛頓大學



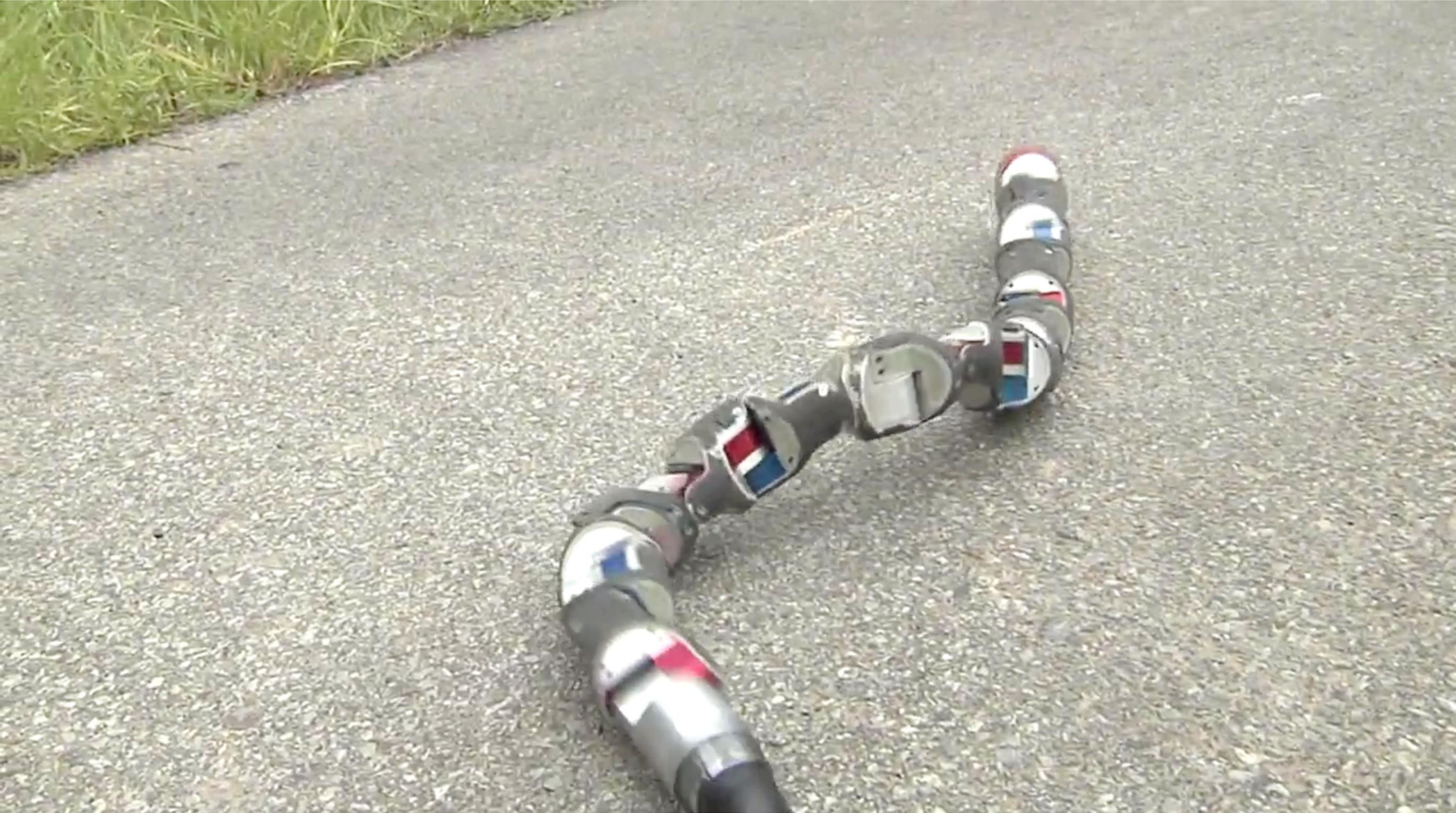
蛇型機器人 | 不限於地形

- ✓ 多自由度允許多功能性
- ✓ 到達其他機器難以進入的位置
- ✓ 爬行，爬山和游泳

運動機制 | 蛇行



運動機制 | 蛇行



水上機器人 | 環保及海洋學

- ✓ 應對複雜和危險水域中的突發情況
- ✓ 高階自主導航系統
- ✓ 準確的自動控制程序

🇺🇸 海軍 Sea Hunter 無人驅逐艦



運動機制 | 水上



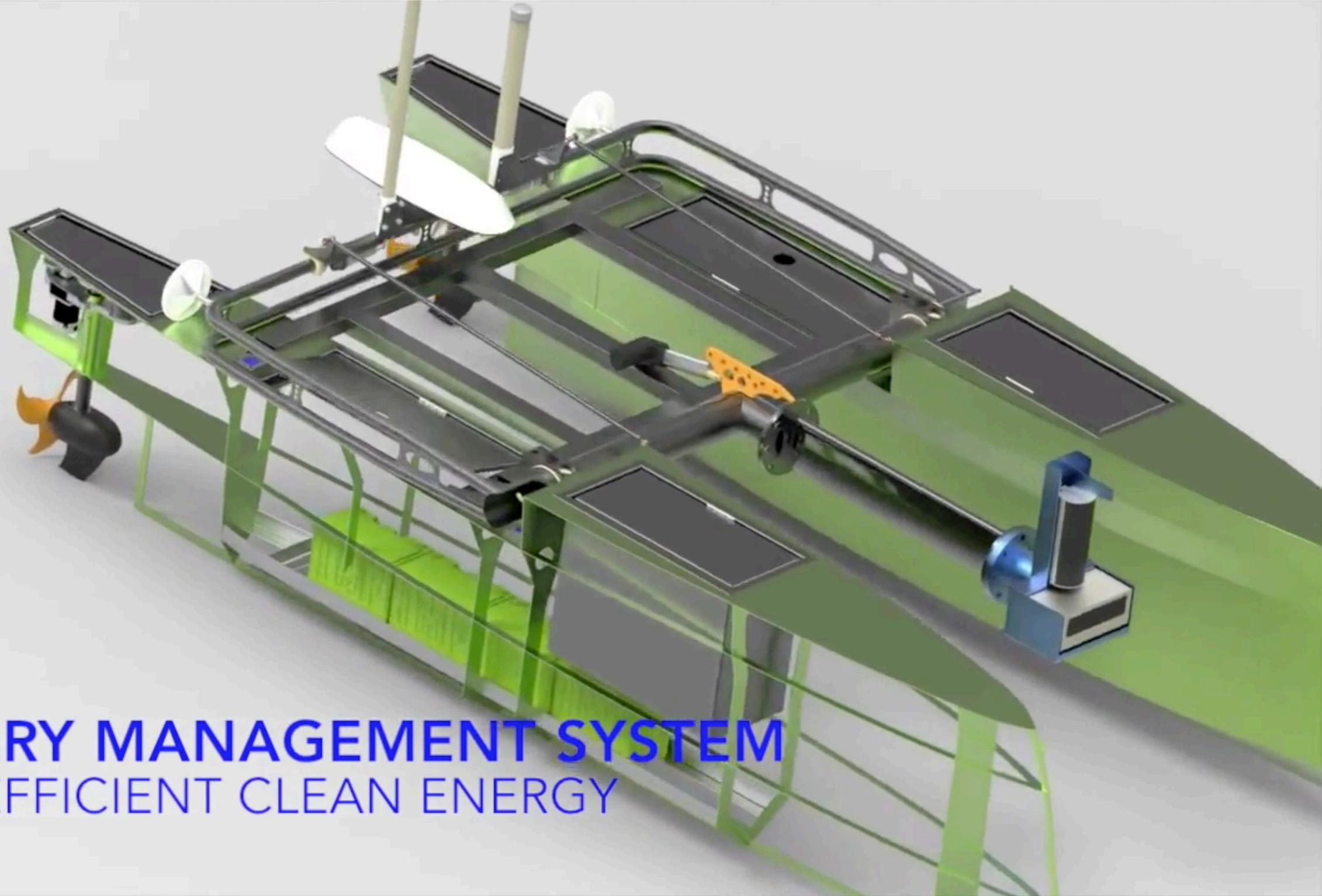
 國防高等研究計劃署 · 反潛



FORGET SELF-DRIVING CARS AMSTERDAM IS GETTING 'ROBOATS'



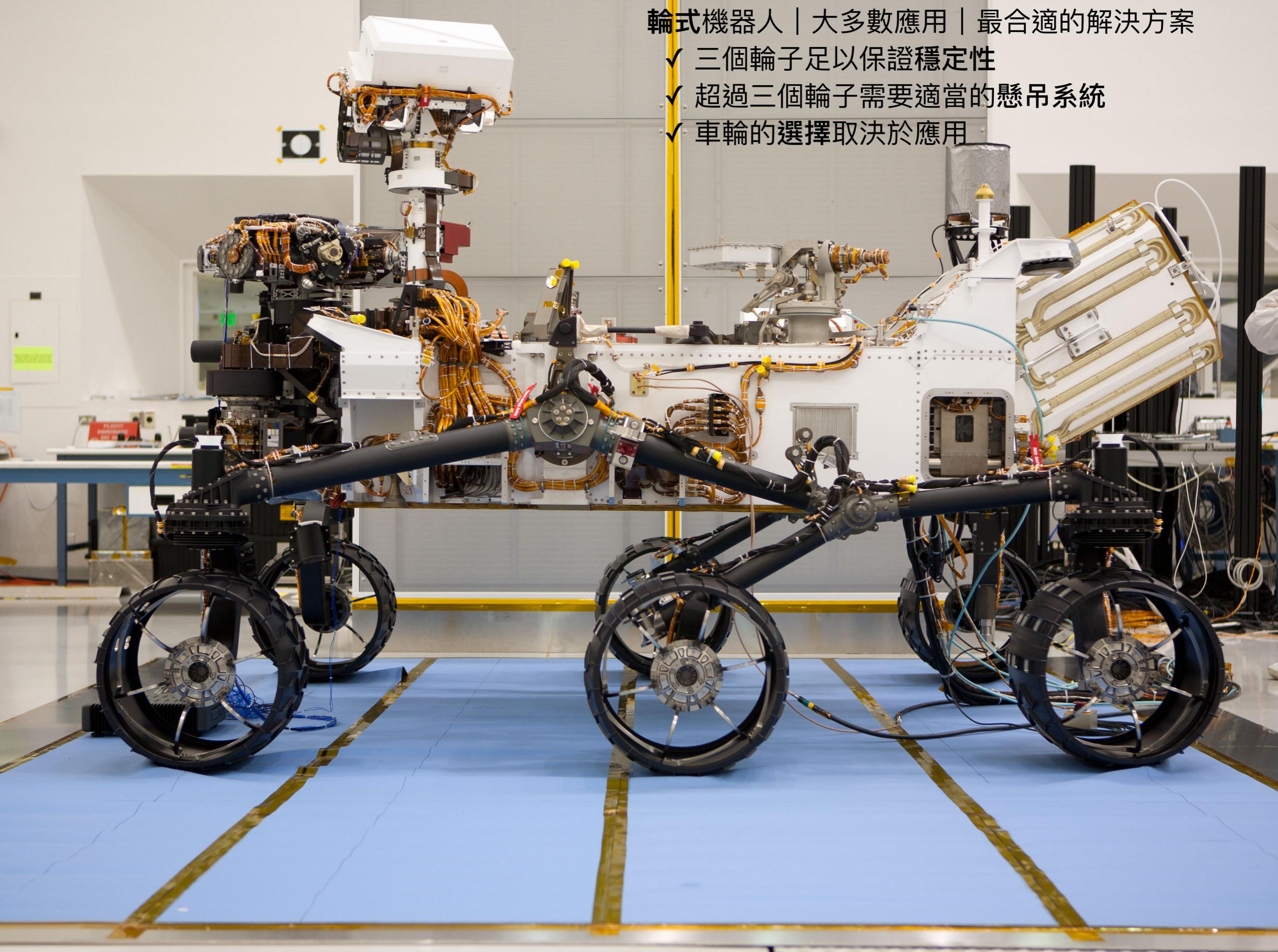
運動機制 | 水上



BATTERY MANAGEMENT SYSTEM
SAFE, EFFICIENT CLEAN ENERGY

輪式機器人 | 大多數應用 | 最合適的解決方案

- ✓ 三個輪子足以保證穩定性
- ✓ 超過三個輪子需要適當的懸吊系統
- ✓ 車輪的選擇取決於應用



運動機制 | 輪式 | 登陸火星



 太空總署 · 好奇號

運動機制 | 輪式 | 家居整理



 Stanford大學 · PR1

運動機制 | 輪式 | 冰箱拿啤酒



 Willow Garage · PR2



The Customer

履帶式機器人 | 適合崎嶇地形

- ✓ 輪式通常在平坦的表面
- ✓ 可爬樓梯
- ✓ 差速驅動機構

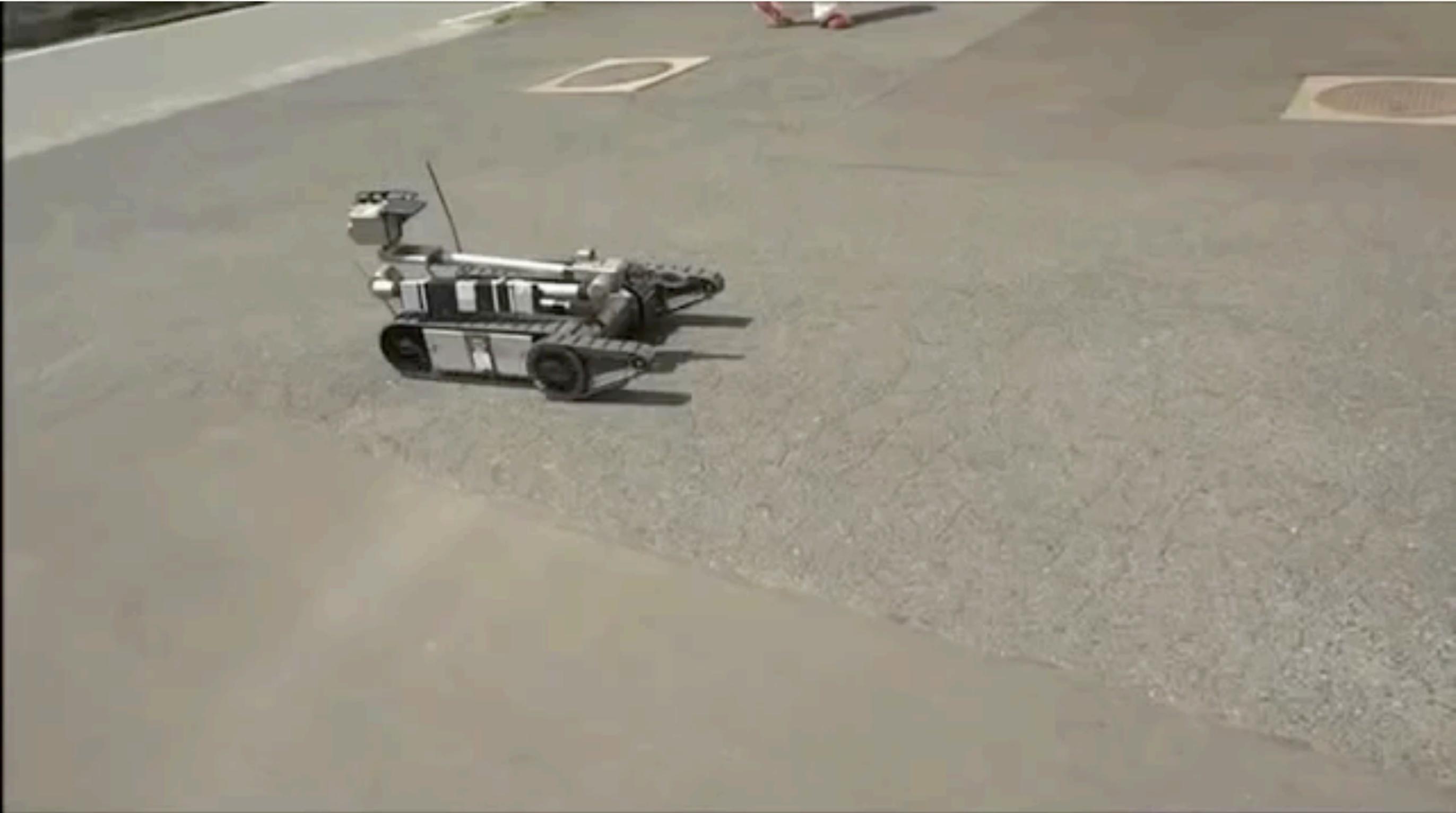


運動機制 | 履帶式 | 娛樂



 Pixar · 瓦力

運動機制 | 履帶式 | 救災



🇯🇵 福島第一核電站

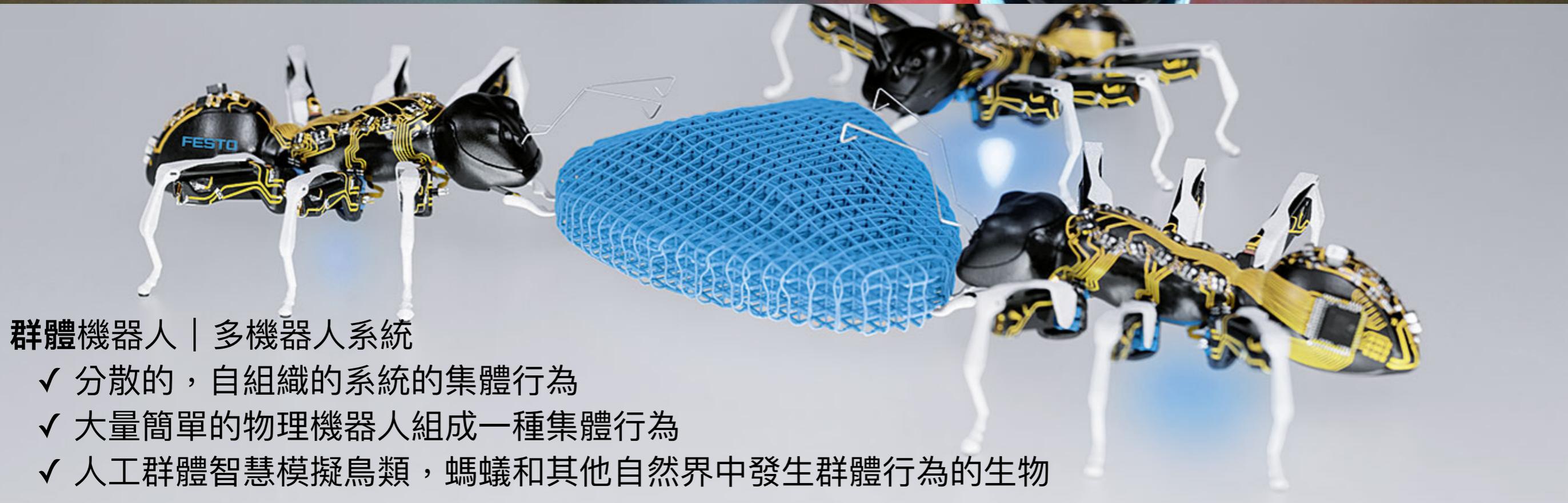
運動機制 | 履帶式 | 作戰



 Qinetiq · TALON

運動機制 | 履帶式 | 作戰

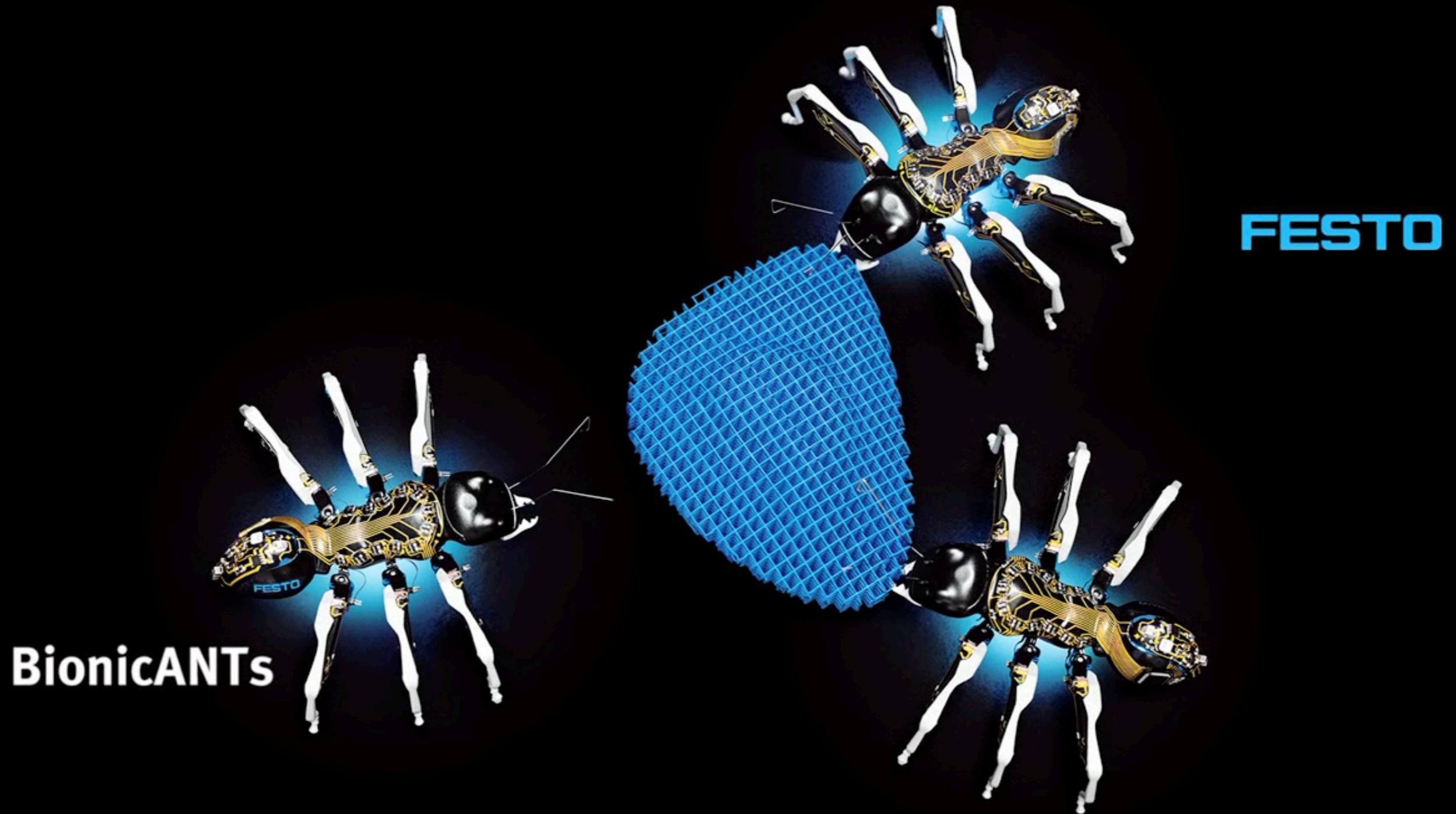




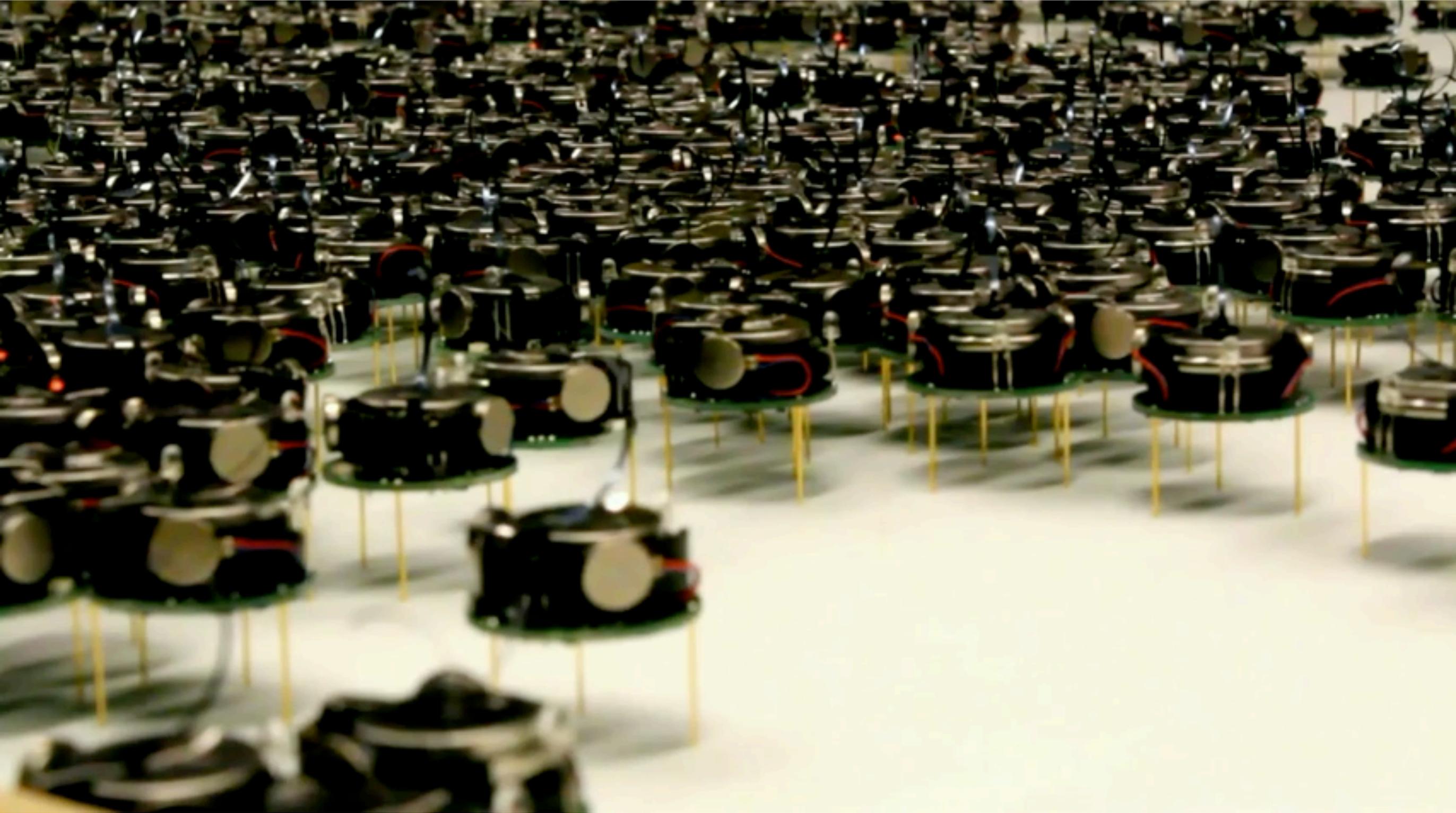
群體機器人 | 多機器人系統

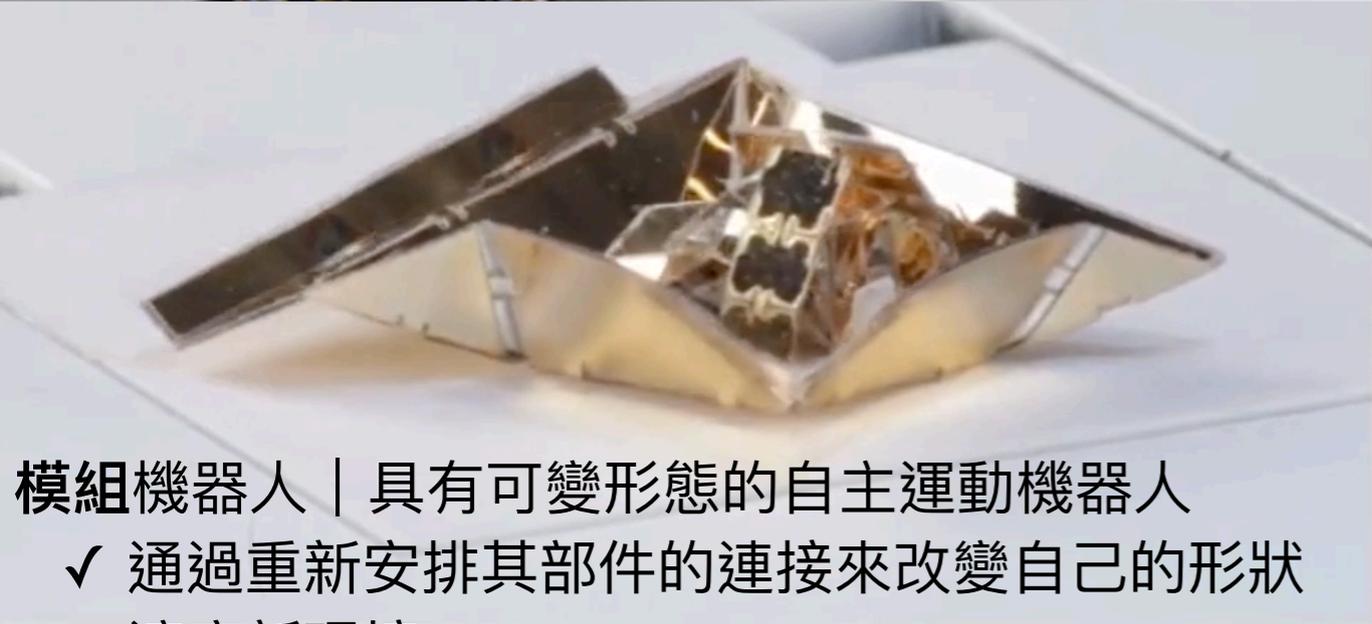
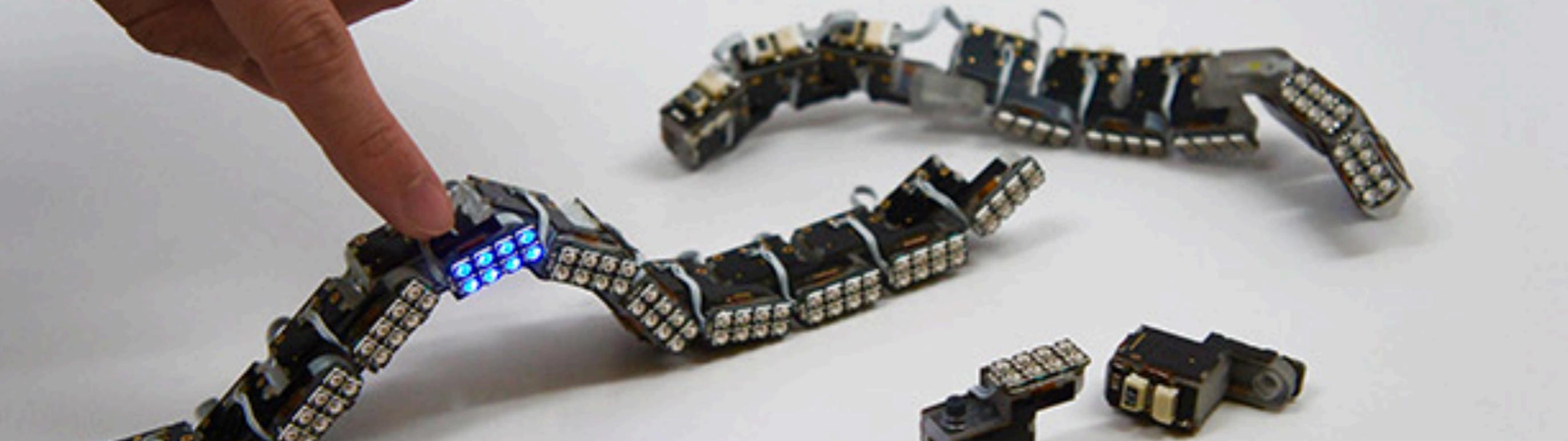
- ✓ 分散的，自組織的系統的集體行為
- ✓ 大量簡單的物理機器人組成一種集體行為
- ✓ 人工群體智慧模擬鳥類，螞蟻和其他自然界中發生群體行為的生物

運動機制 | 群體智慧機器人



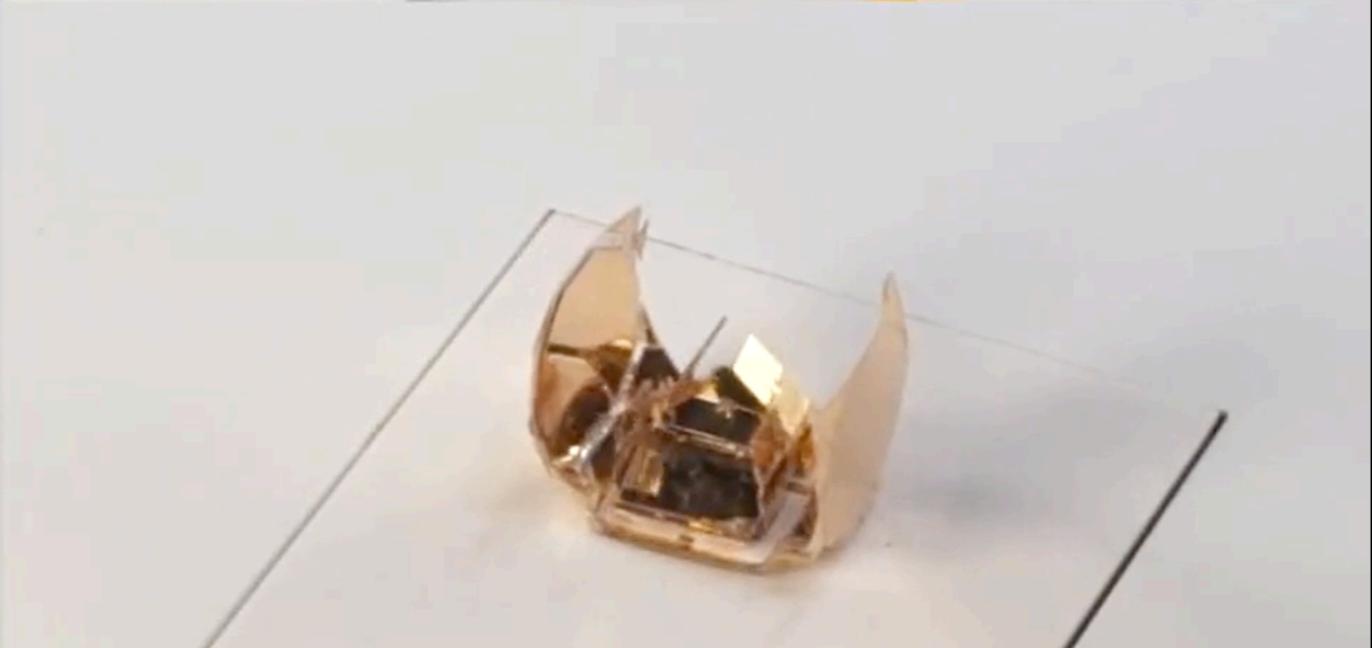
運動機制 | 群體智慧機器人



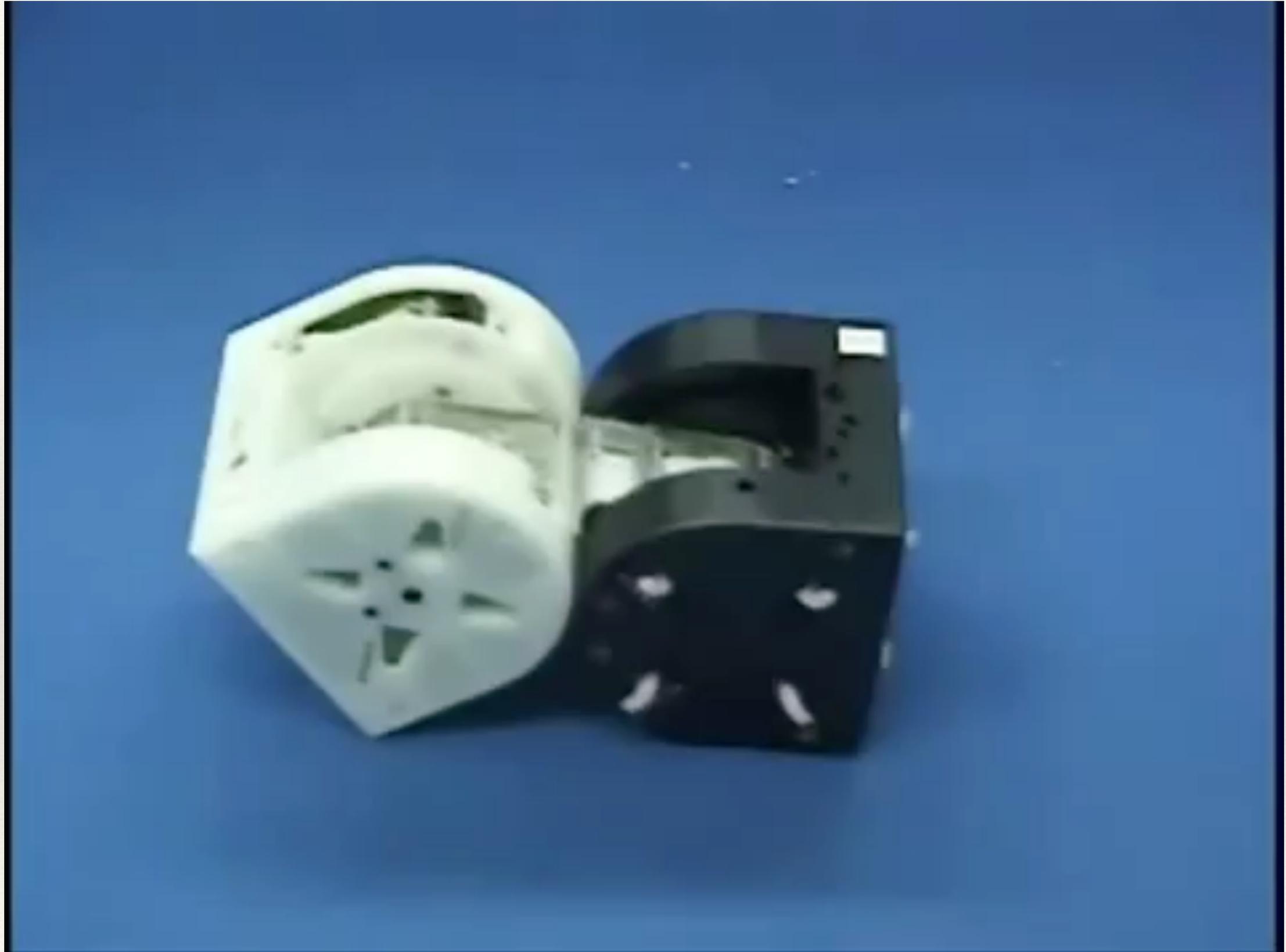


模組機器人 | 具有可變形態的自主運動機器人

- ✓ 通過重新安排其部件的連接來改變自己的形狀
- ✓ 適應新環境
- ✓ 執行新任務或從損壞中恢復



運動機制 | 模組式



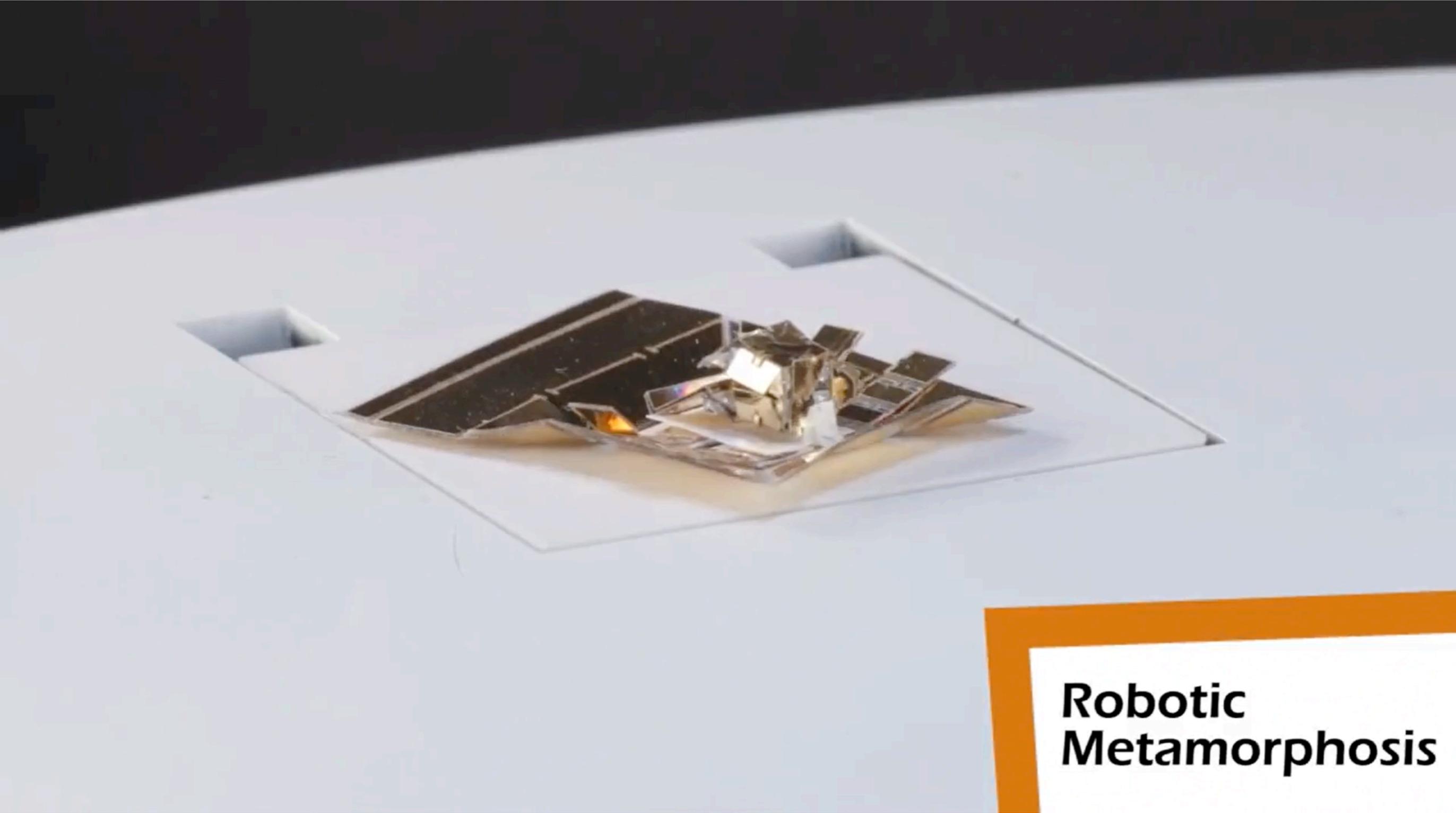
🇯🇵 東京工業大學 · MTRAN3

運動機制 | 模組式



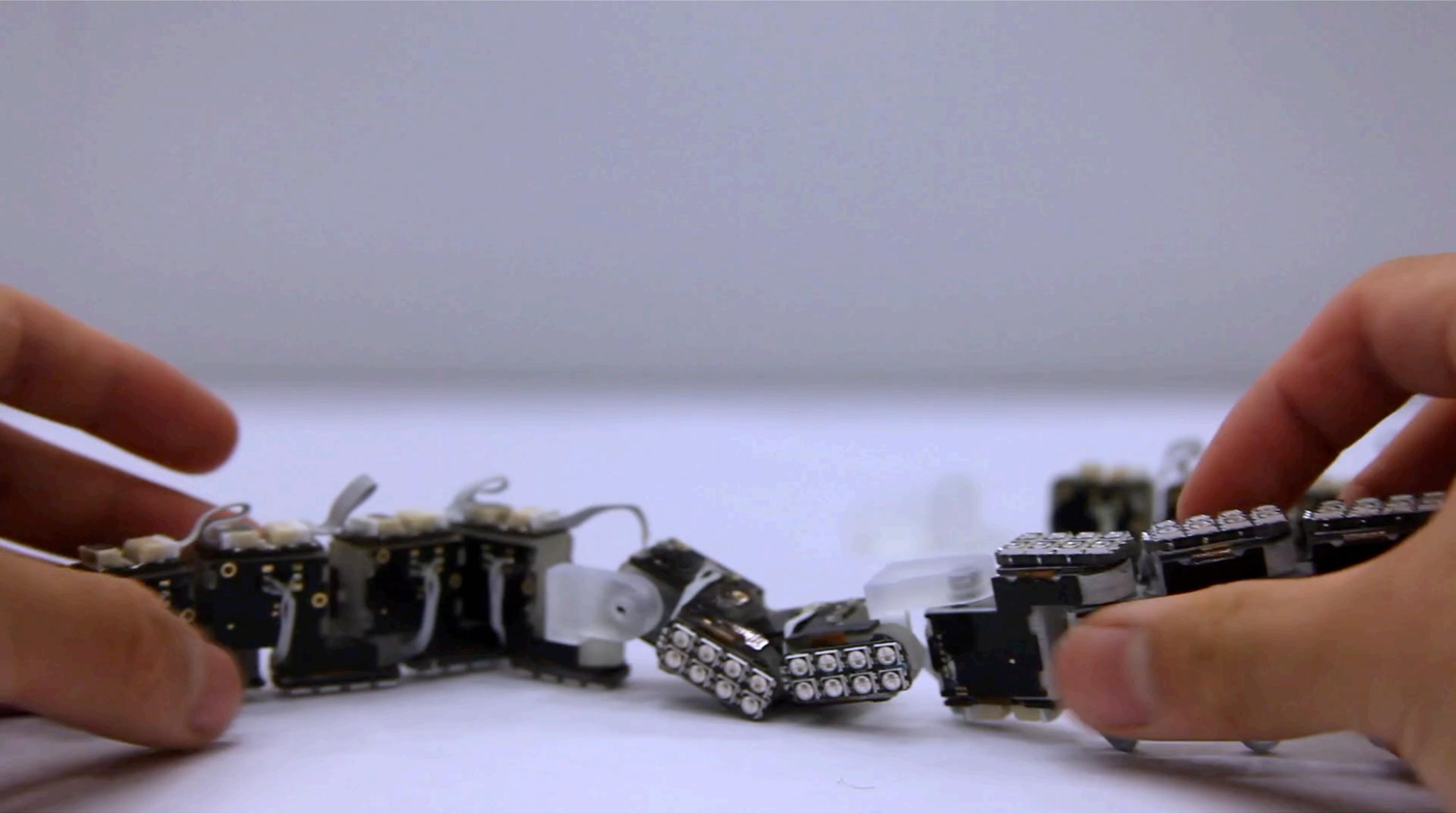
 康乃爾大學

運動機制 | 模組式



**Robotic
Metamorphosis**

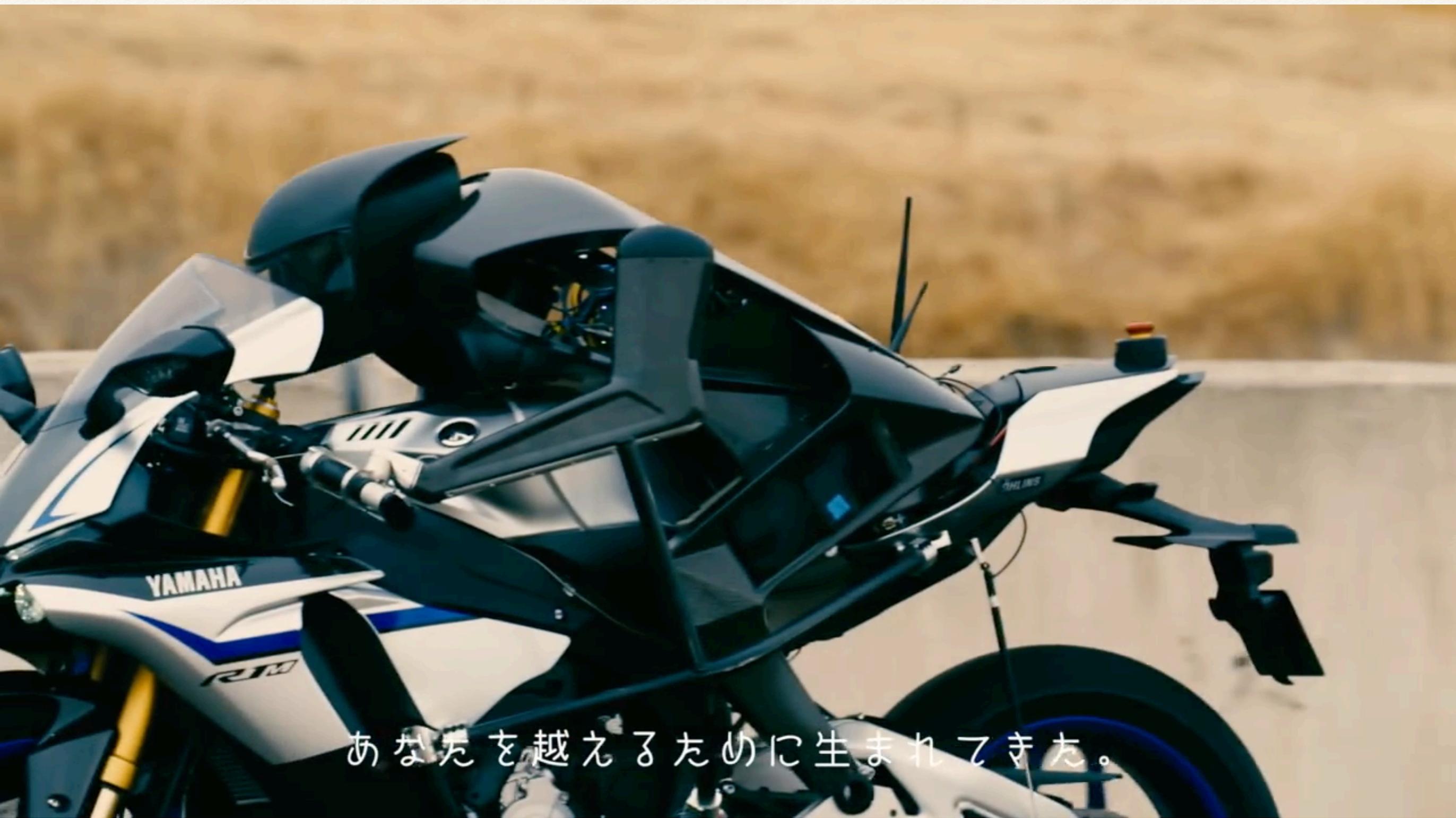
運動機制 | 模組式



機器人駕駛人類交通工具



與人類9度世界冠軍比賽 | 騎重機



あなたを越えるために生まれてきた。

 **Yamaha · MOTOBOT**

從起飛到降落 | 機器人駕駛飛機



自駕車



 Google · Waymo

虛擬機器人實驗平台(Virtual Robot Experimentation Platform)

目的

- ❖ **提高接受度** | 企劃書、論文等的視頻摘要
- ❖ **提高效率** | 在實際機器人中進行測試之前，模擬演算法
- ❖ **更多的運動機制** | 不需要實際的機器人
- ❖ **縮短開發時間** | 套用已開發好之演算法程式庫 |

虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

四旋翼無人機模擬

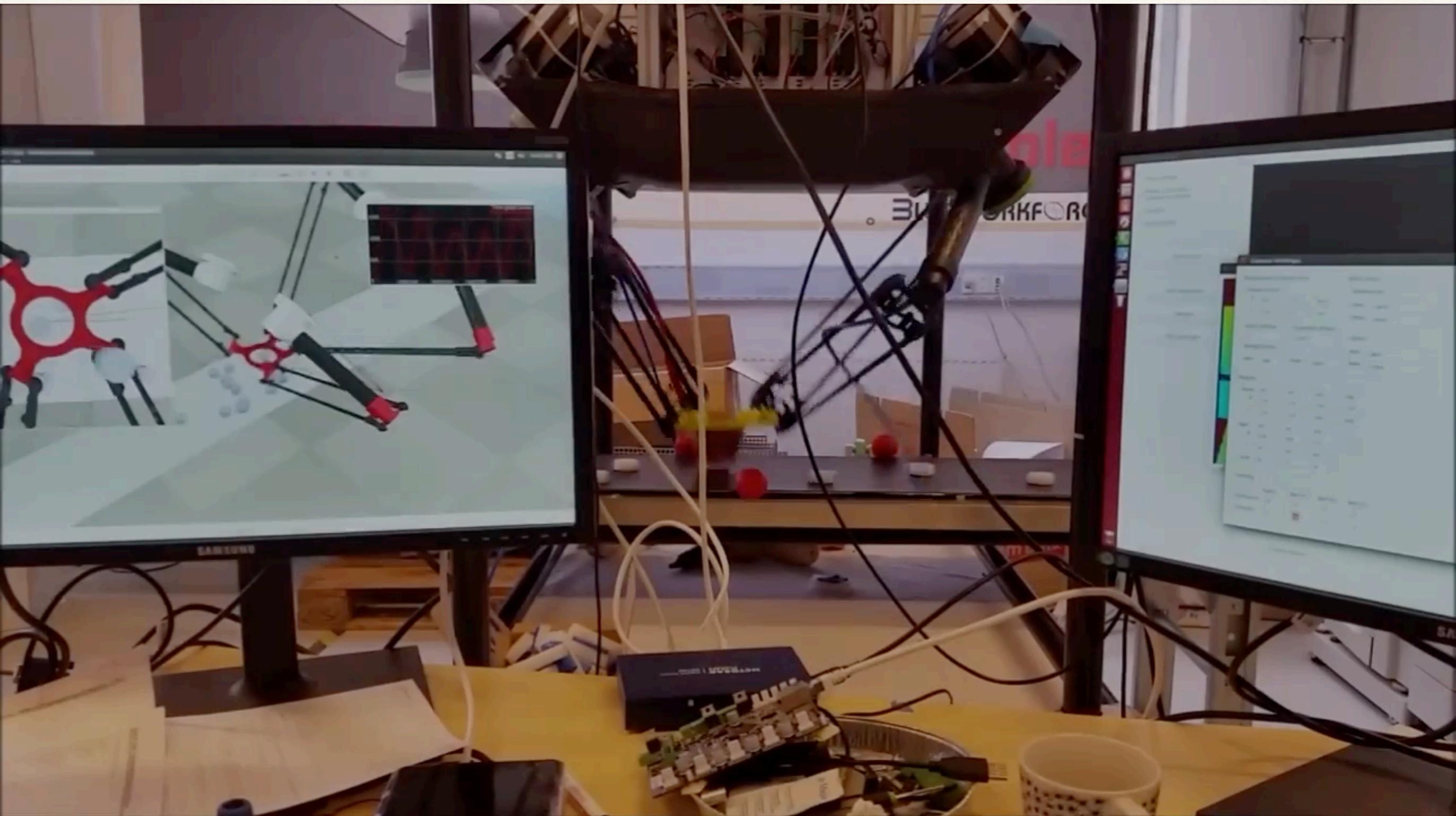
實際 

模擬 



虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

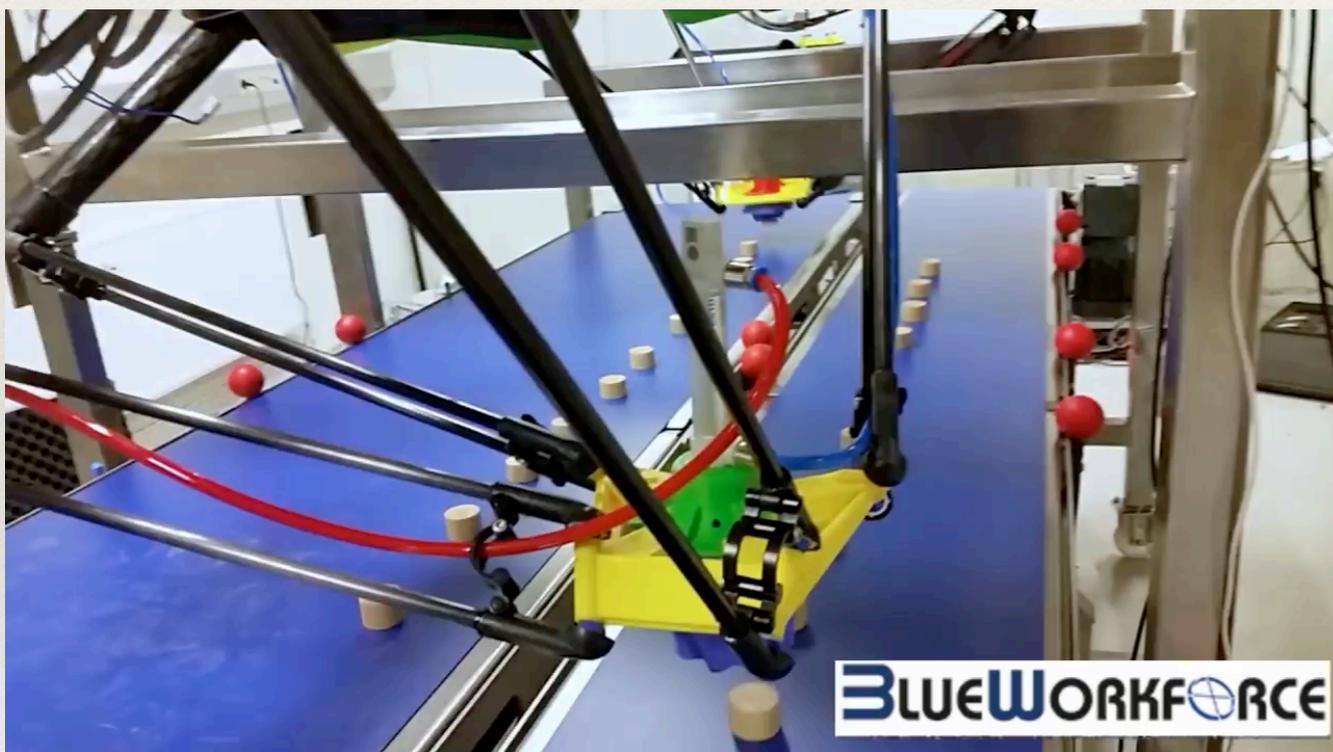
Debug Ragnar 機器人路徑生成 🎬



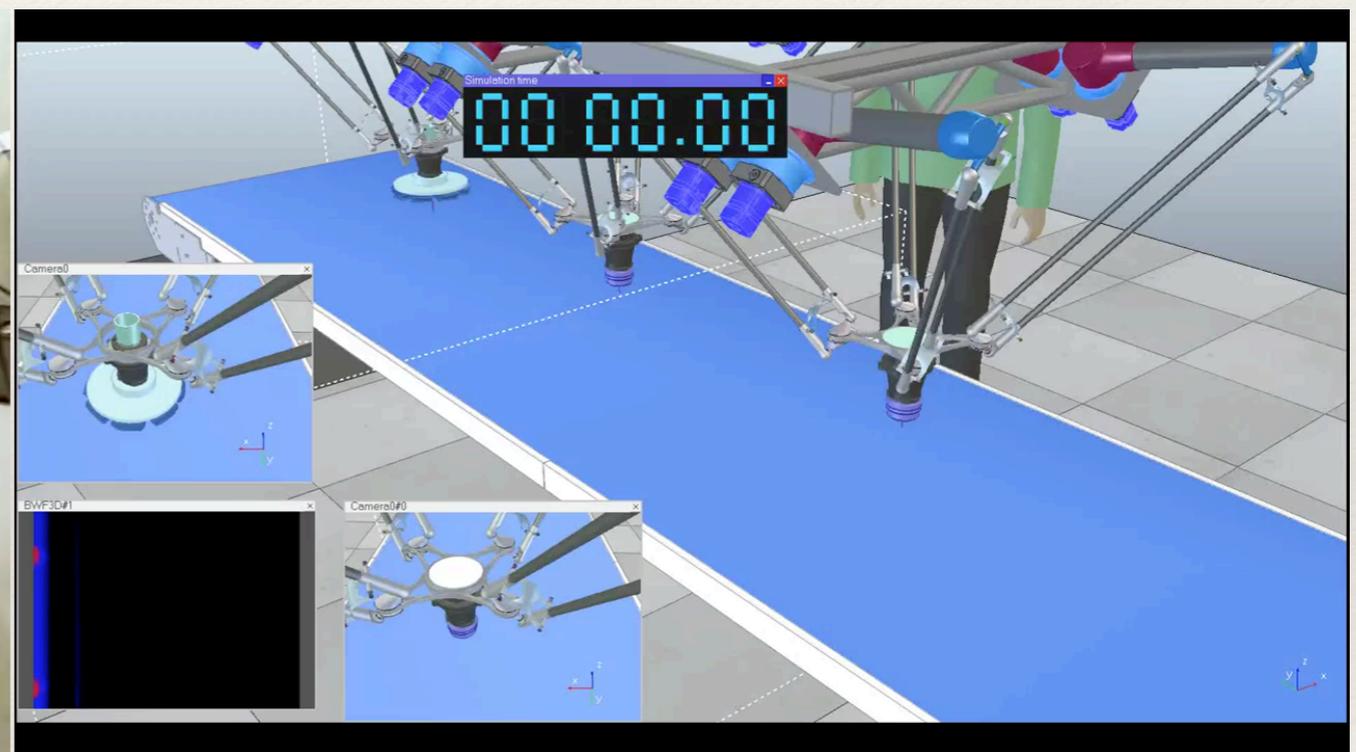
虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

食品處理機器人：Ragnar 機器人的參數化

實際 



模擬 



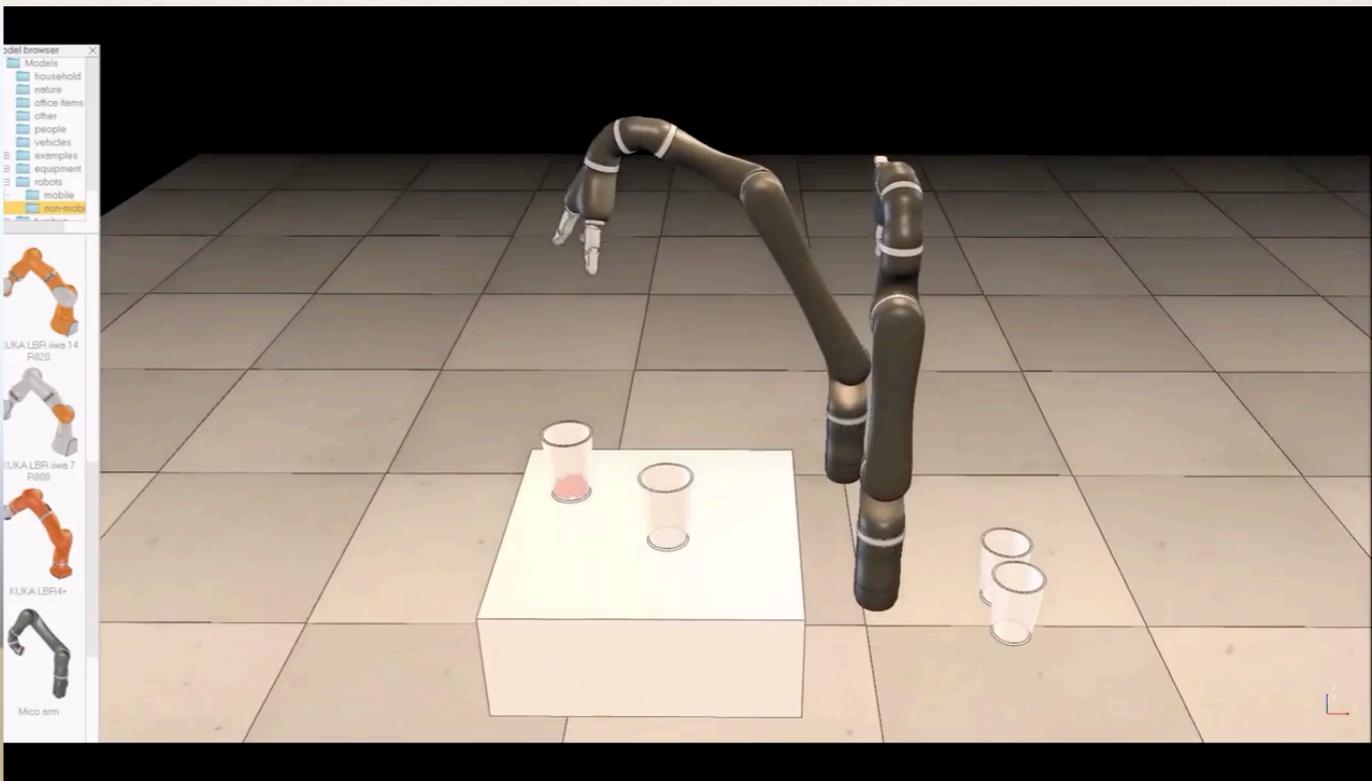
虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

Jaco & Mico 機器人夾取杯子

實際 



模擬 



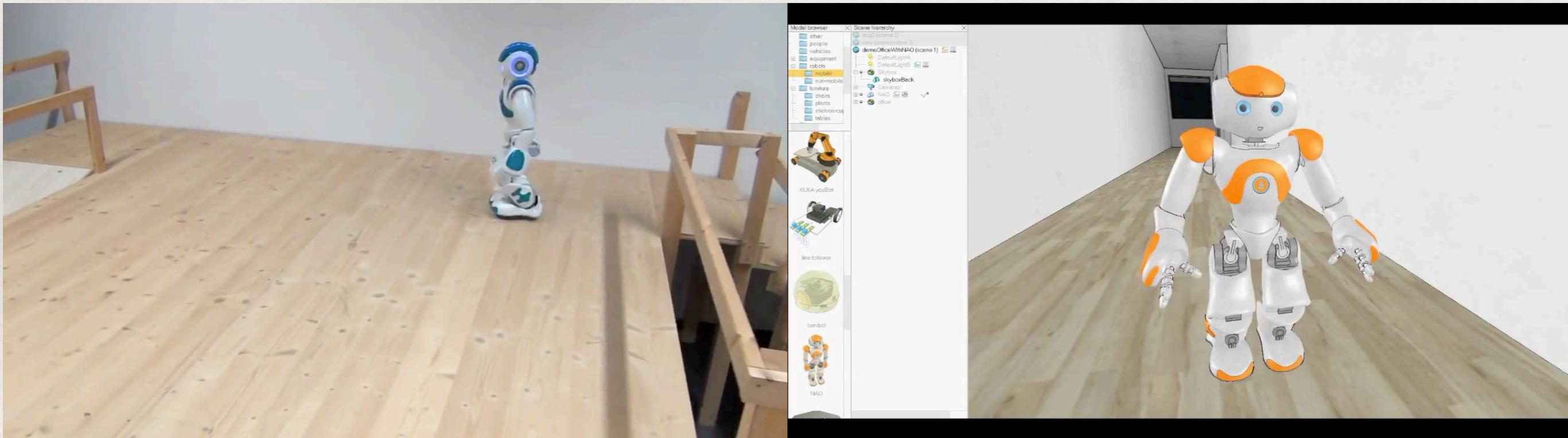
虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

NAO 機器人



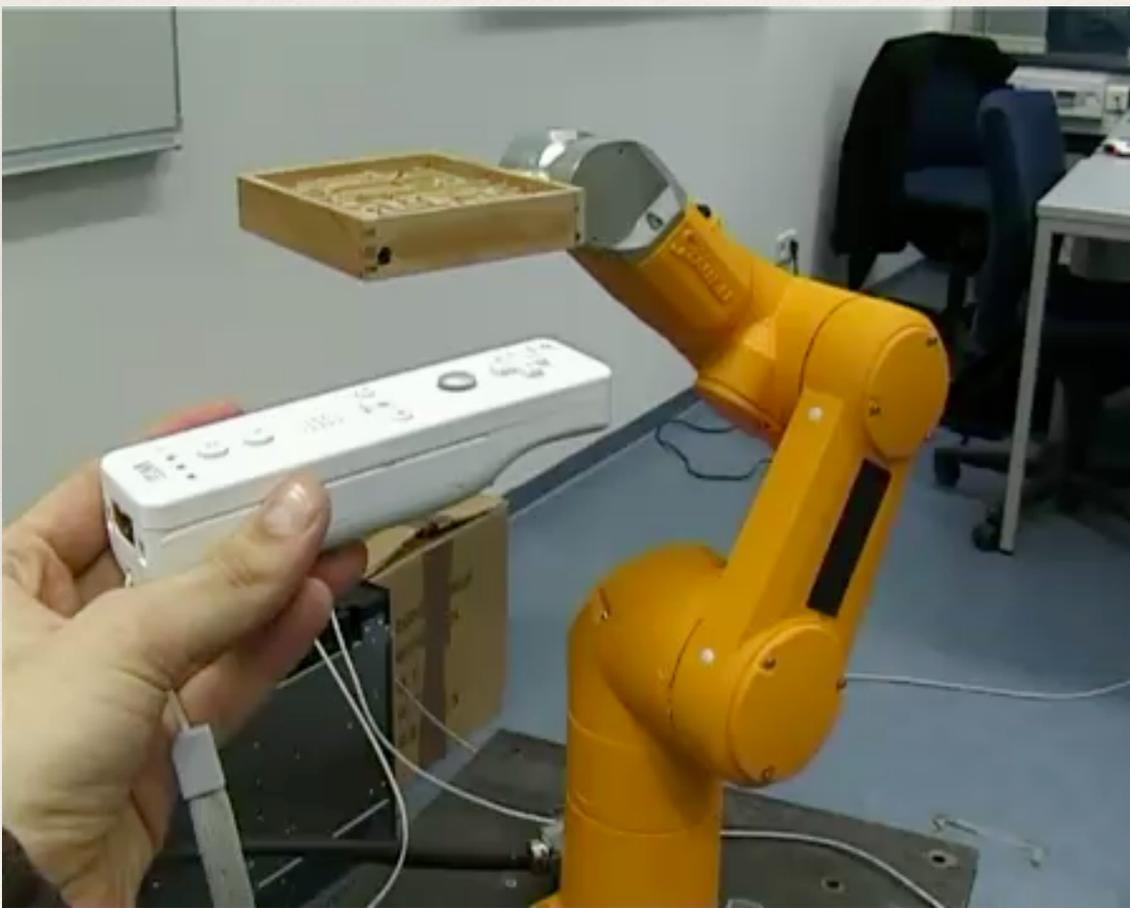
實際 

模擬 

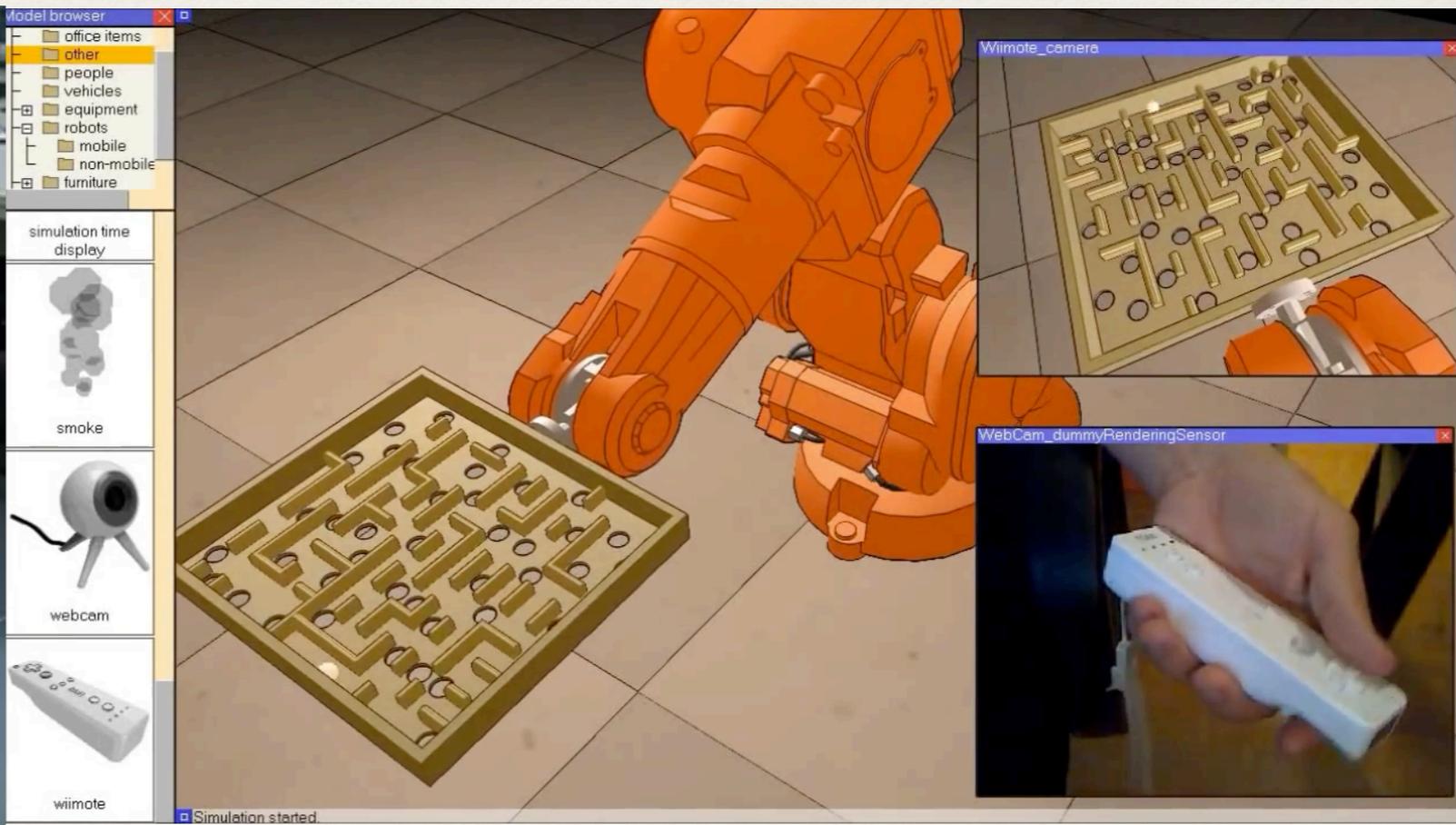


虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform) 通過Wiimote與工業機器人的互動

實際 



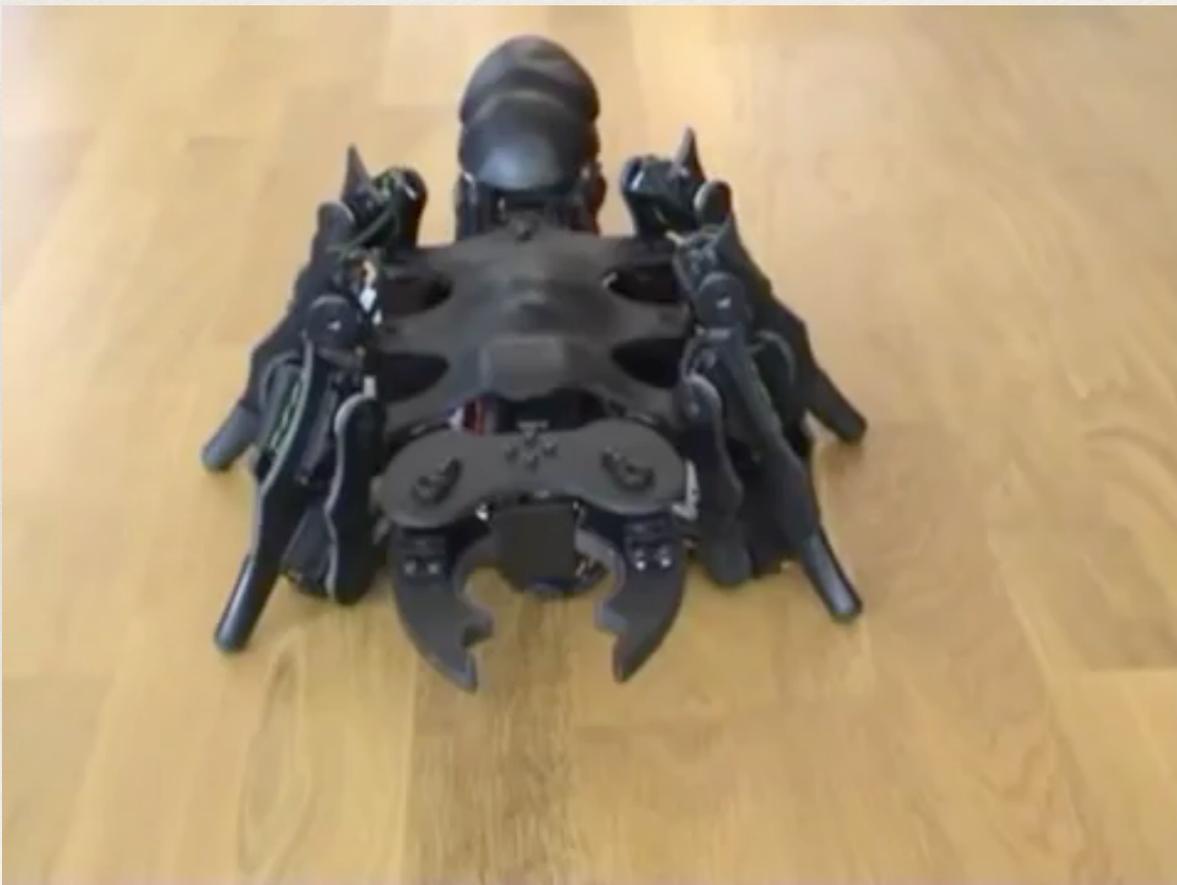
模擬 



虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

六足螞蟻機器人

實際 



模擬 



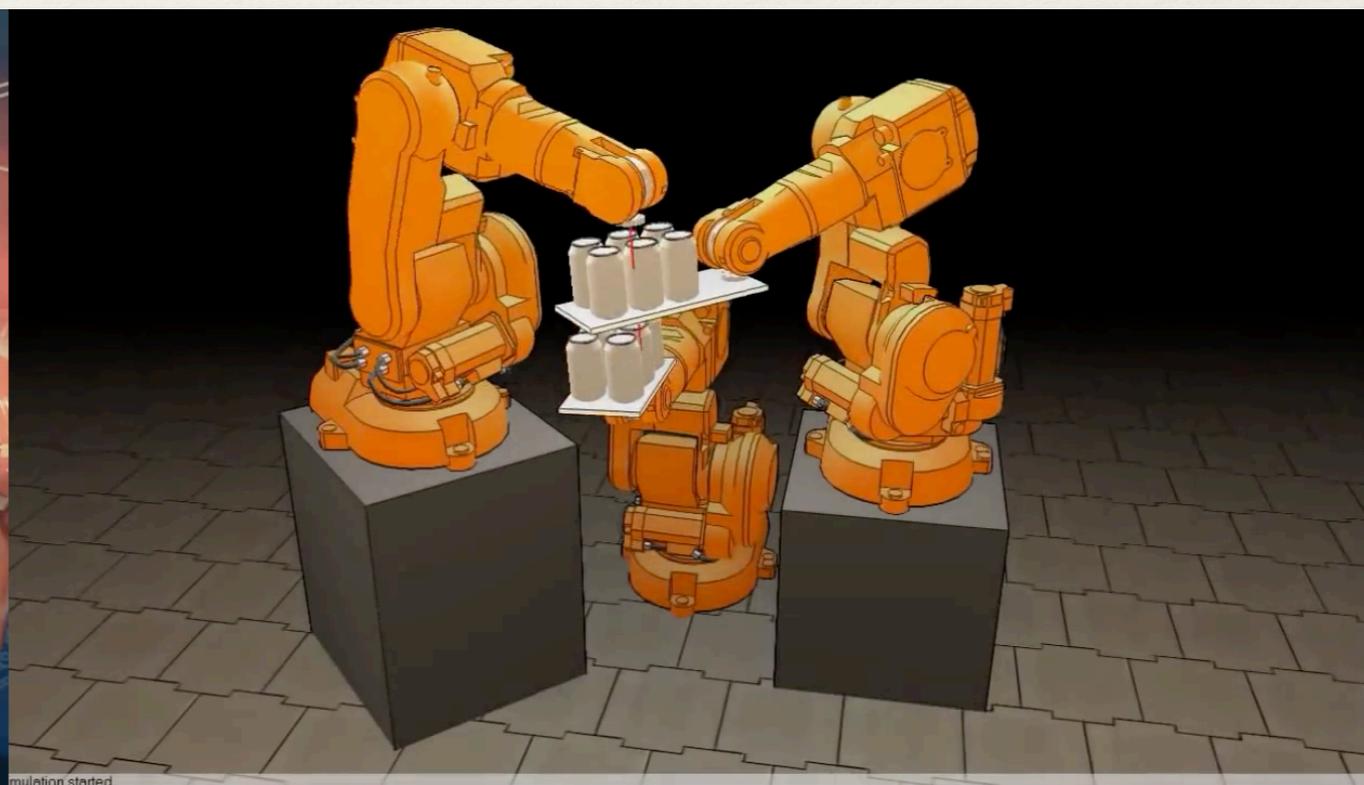
虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

ABB Fanta 機器人合作

實際 



模擬 



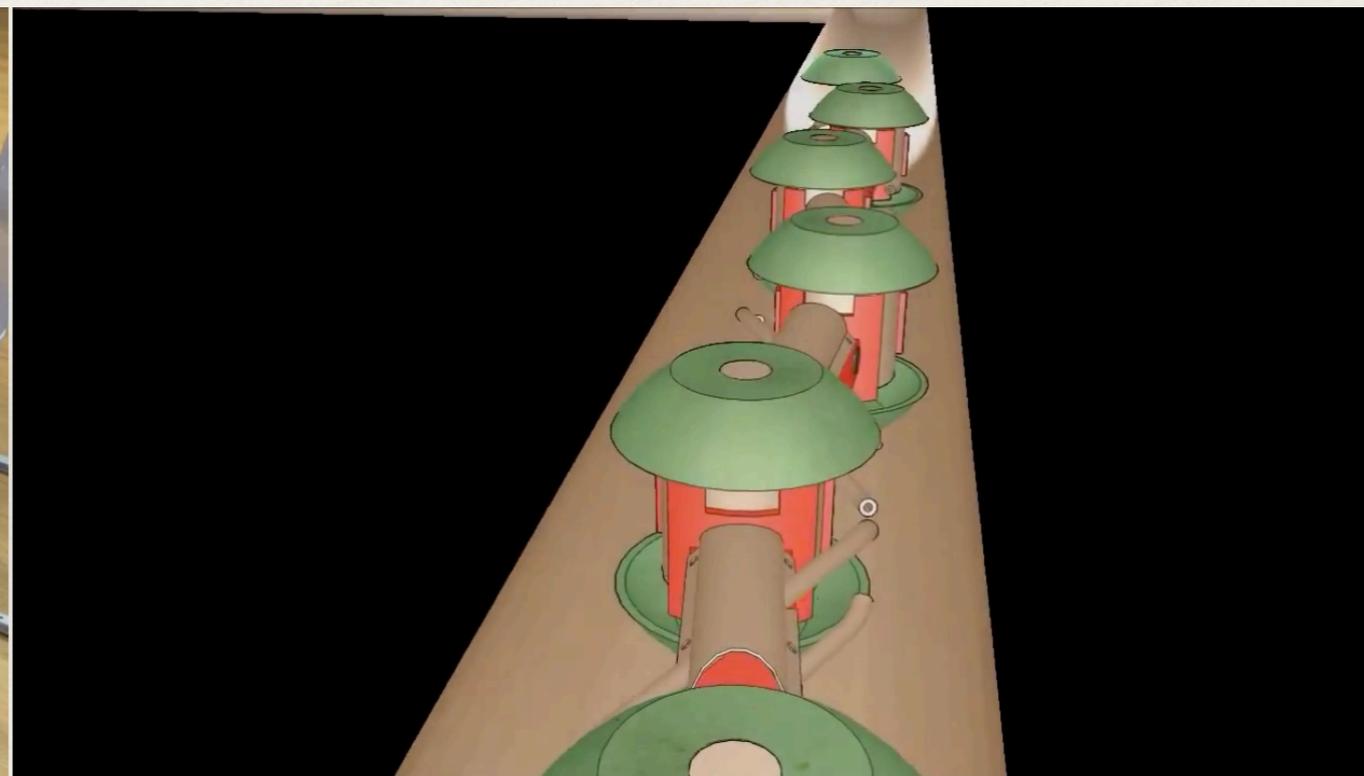
虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

管道檢測機器人

實際 



模擬 



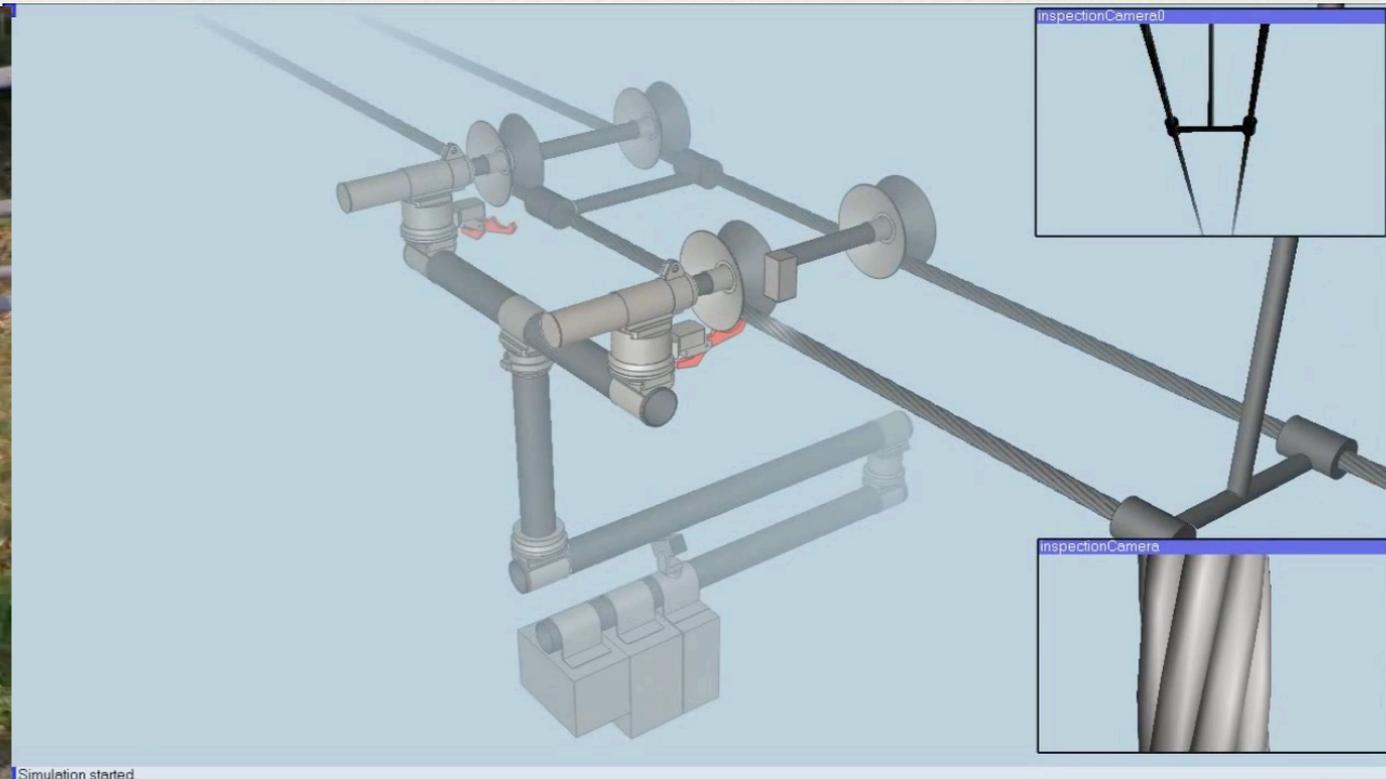
虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

電力線檢測機器人

實際 



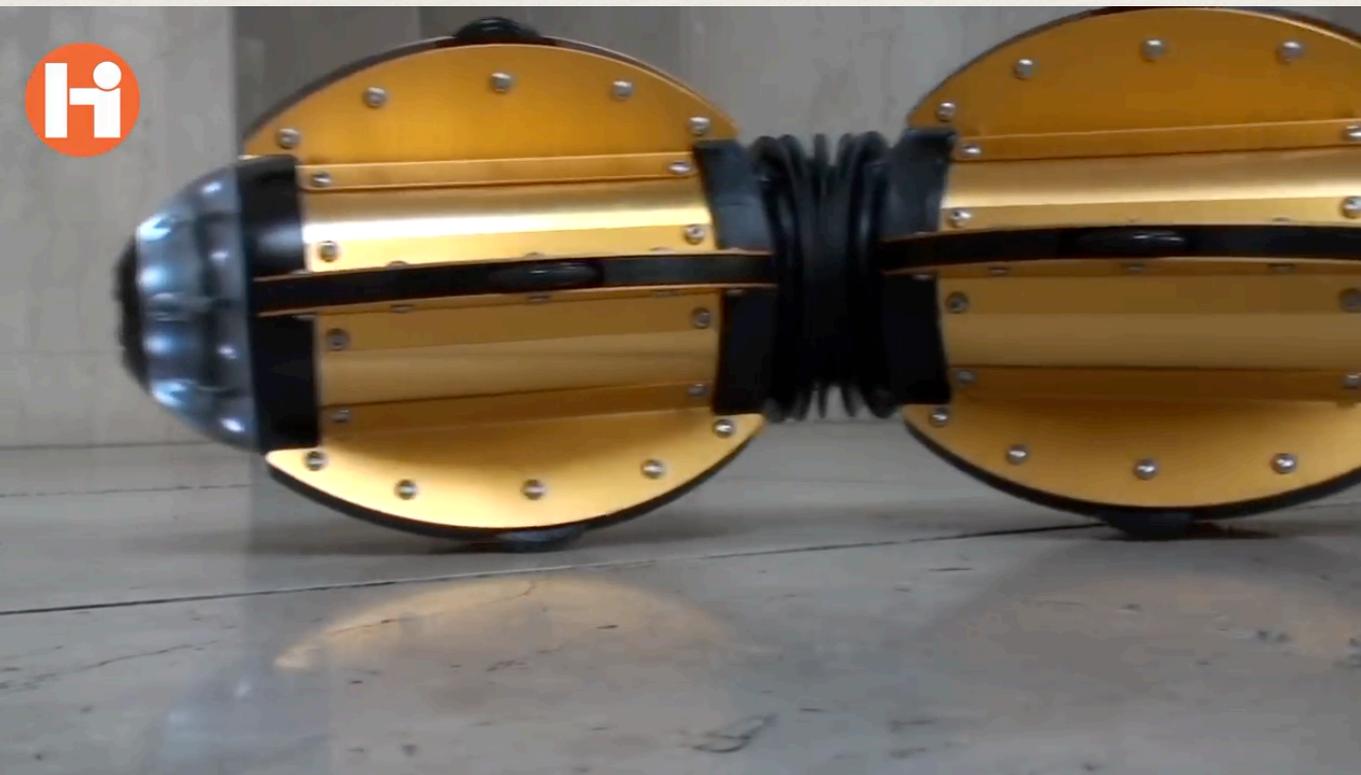
模擬 



虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

蛇形兩棲機器人

實際 



模擬 



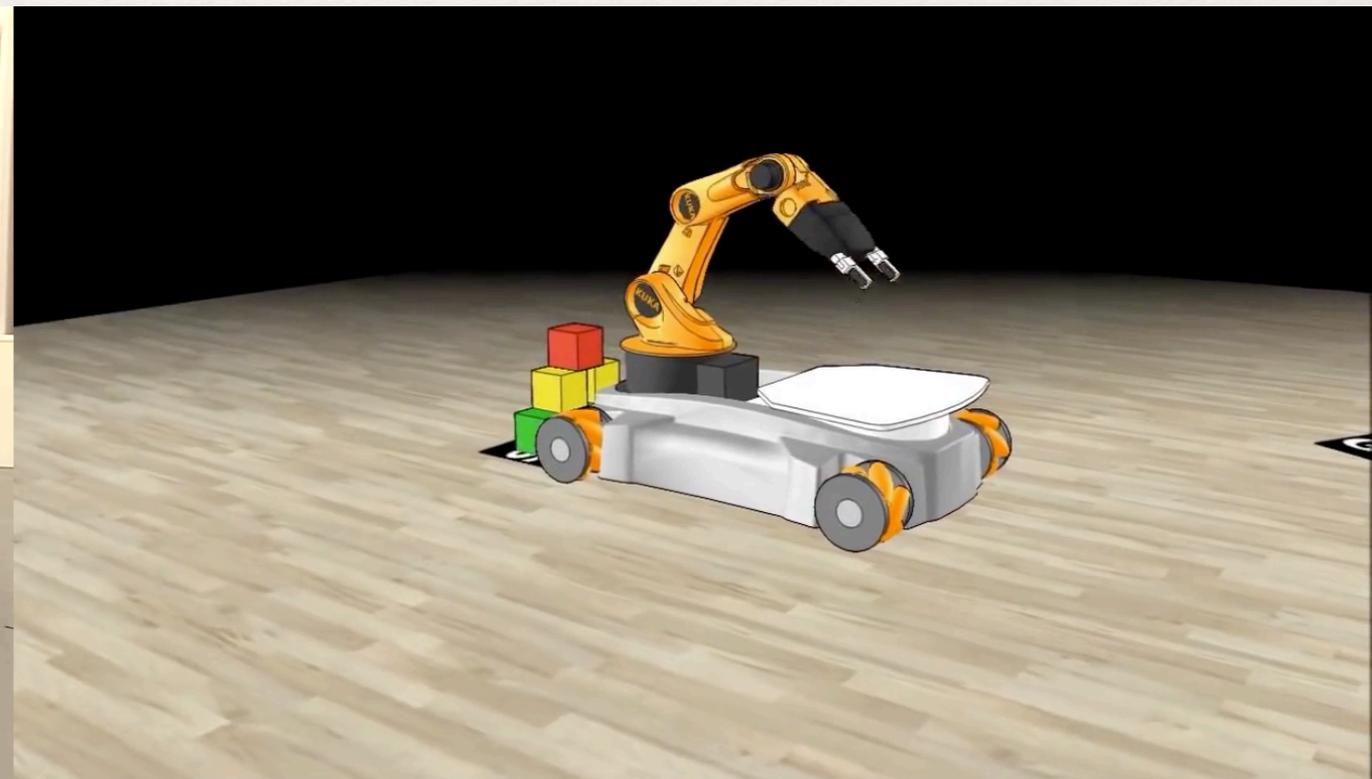
虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

YouBot機器人

實際 



模擬 



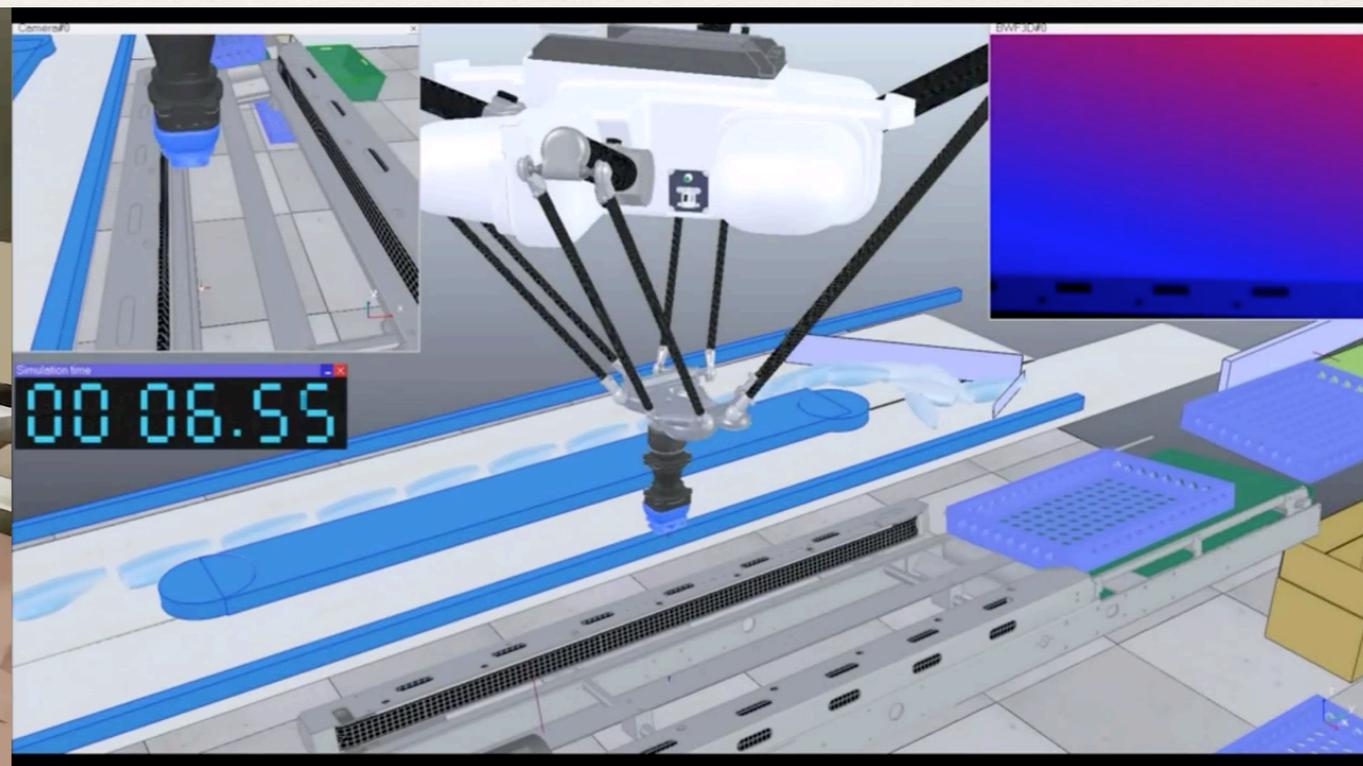
虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

食品處理機器人：Ragnar 機器人

實際 



模擬 



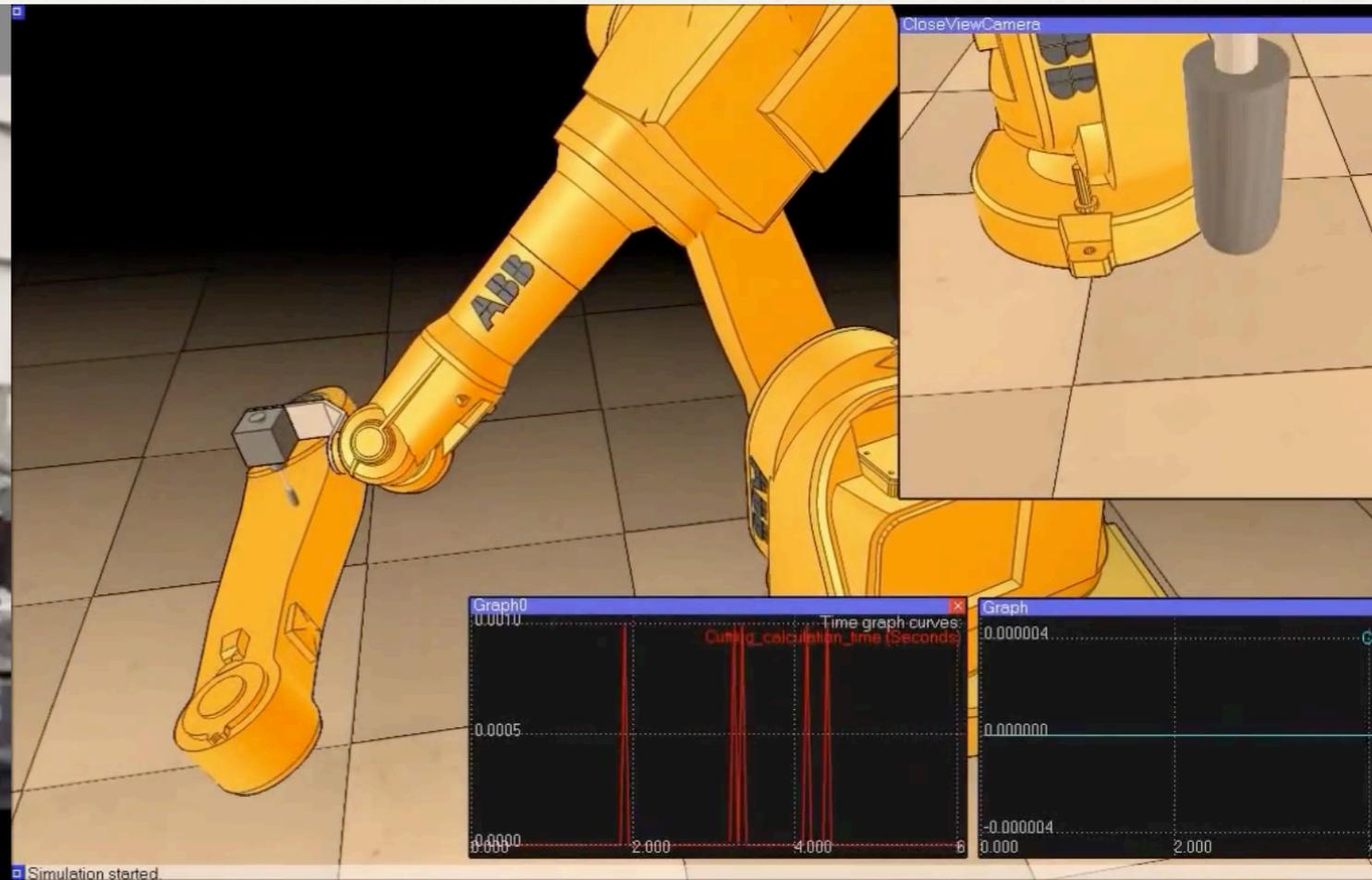
虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform)

ABB 銑削機器人

實際 

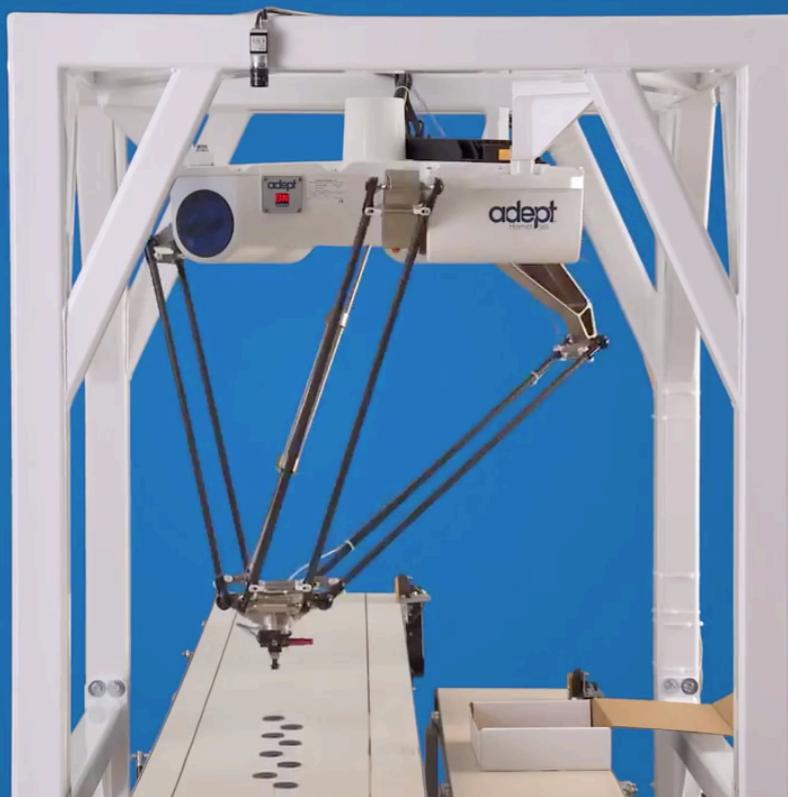


模擬 



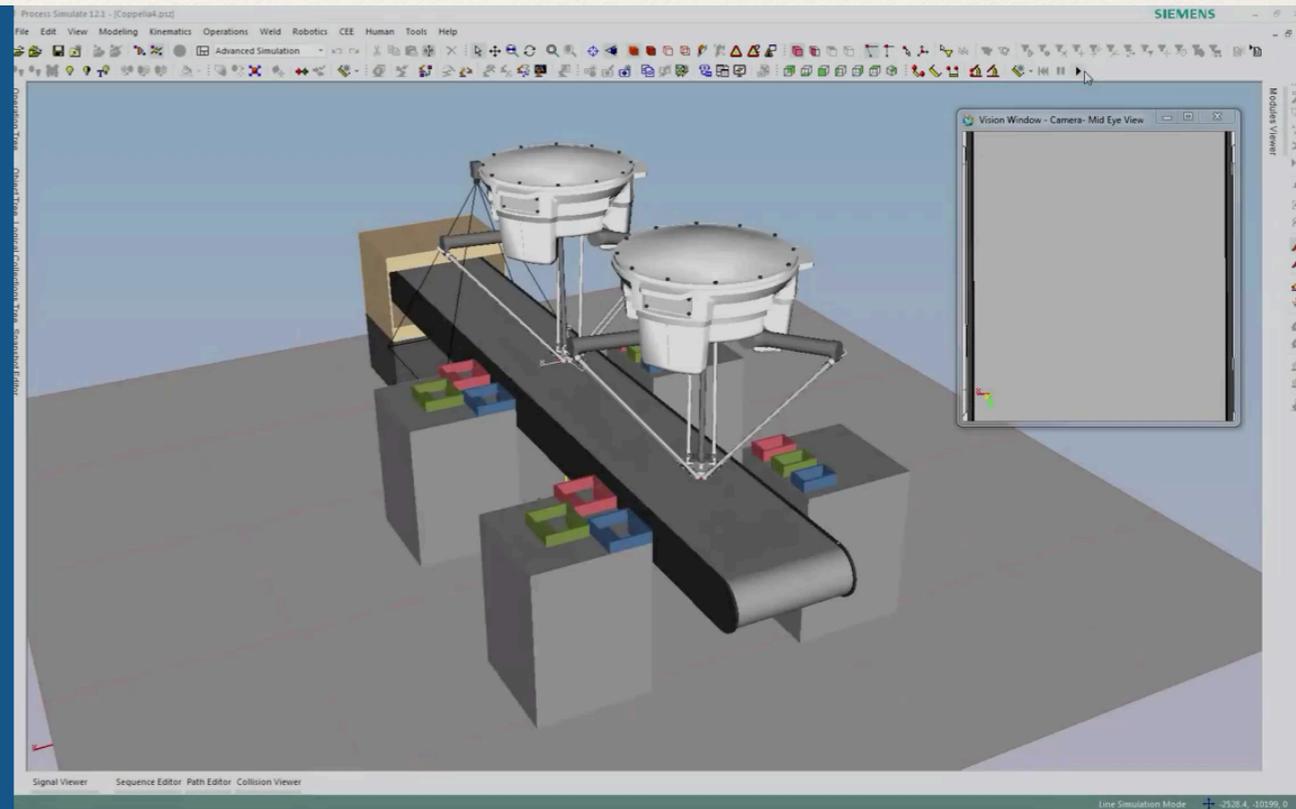
虛擬機器人實驗平台V-Rep(Virtual Robot Experimentation Platform) 可重新配置的拾取和放置

實際 



Up to
25% faster

模擬 

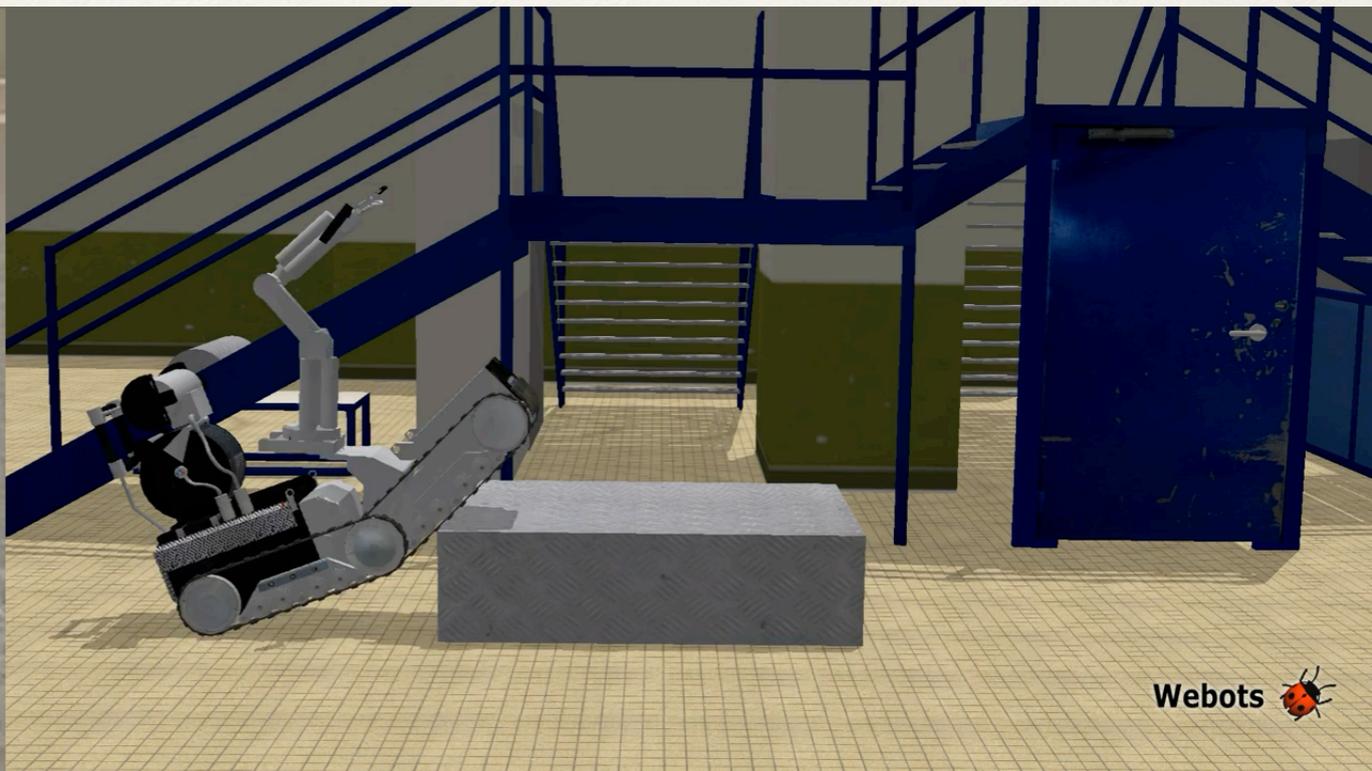


機器人模擬器 Webots INTRA核安全機器人

實際 

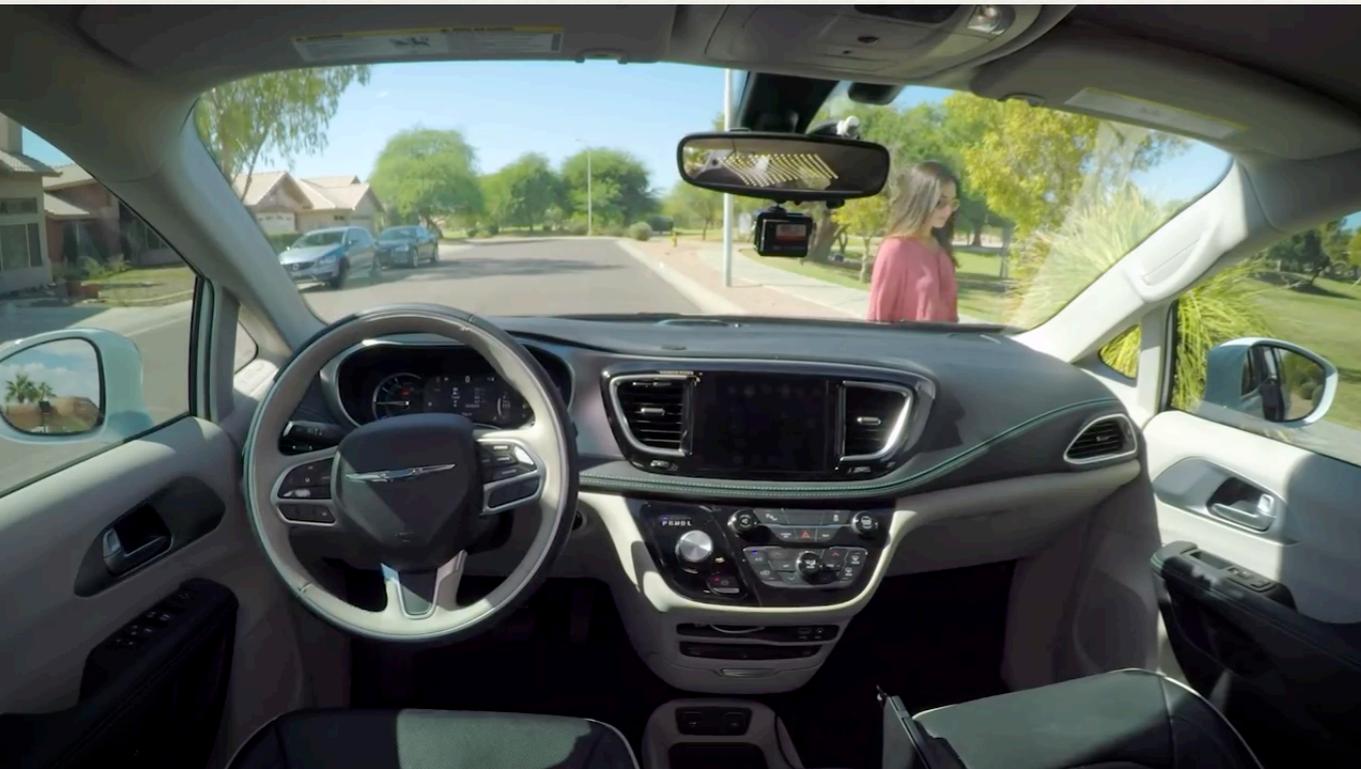


模擬 



機器人模擬器 Webots 自駕車

實際 



模擬 

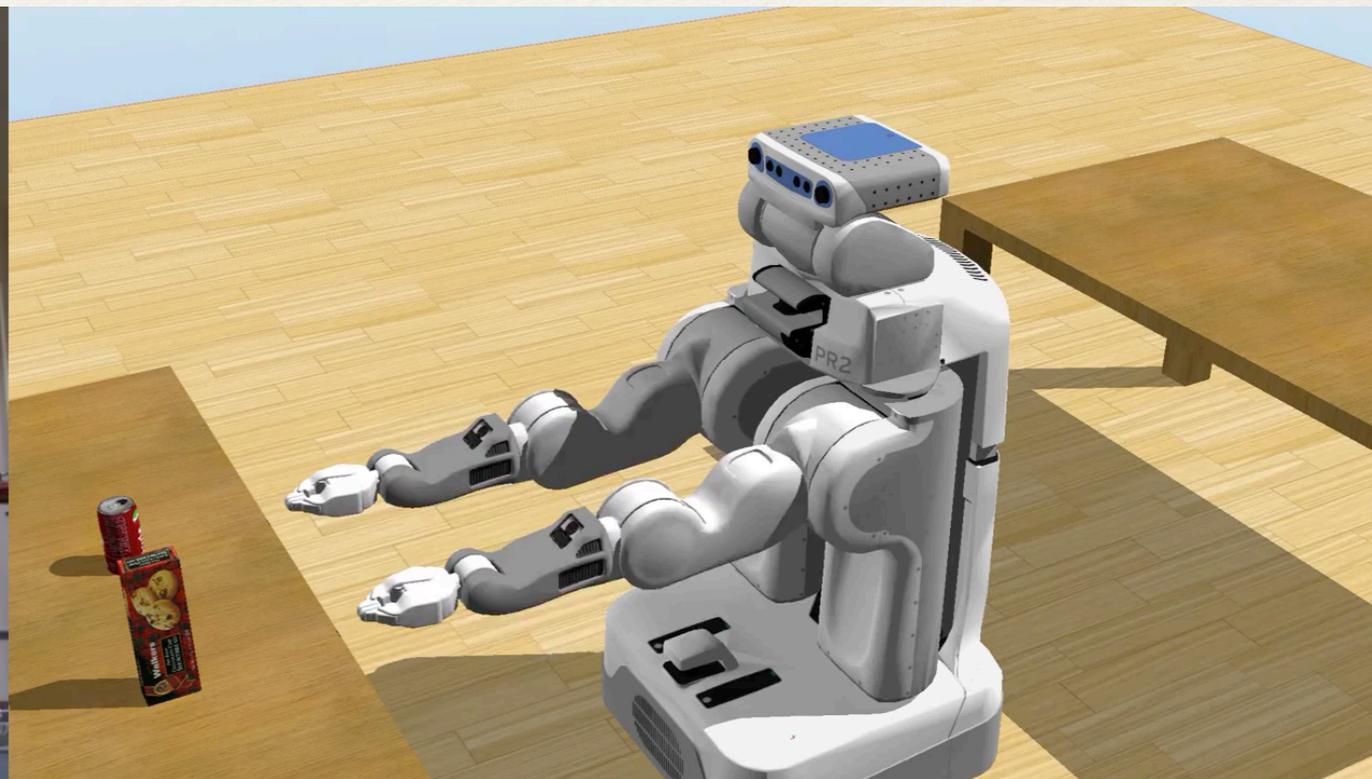


機器人模擬器 Webots PR2 機器人抓取物件

實際 



模擬 

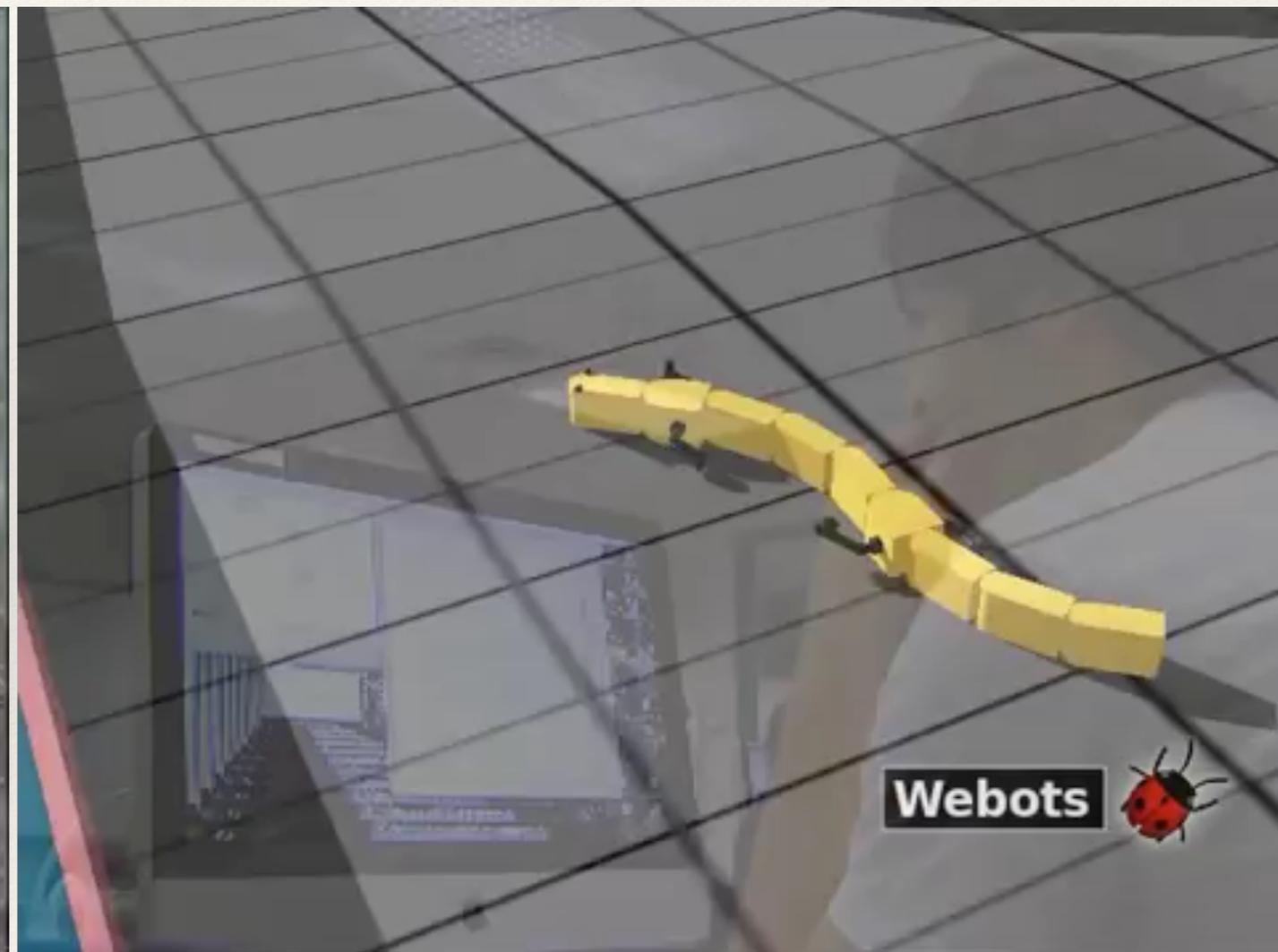


機器人模擬器 Webots 蜥蜴機器人

實際 



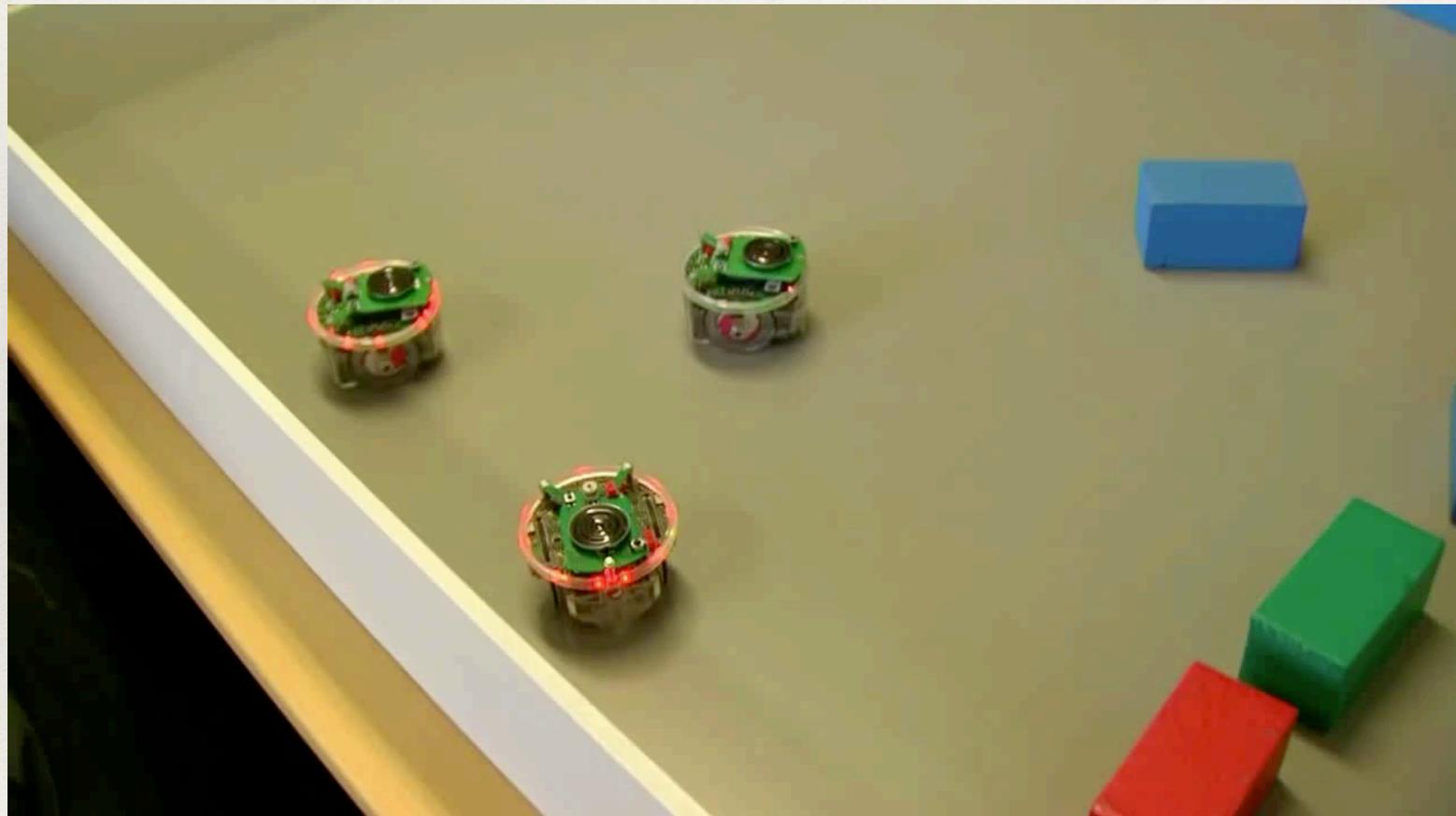
模擬 



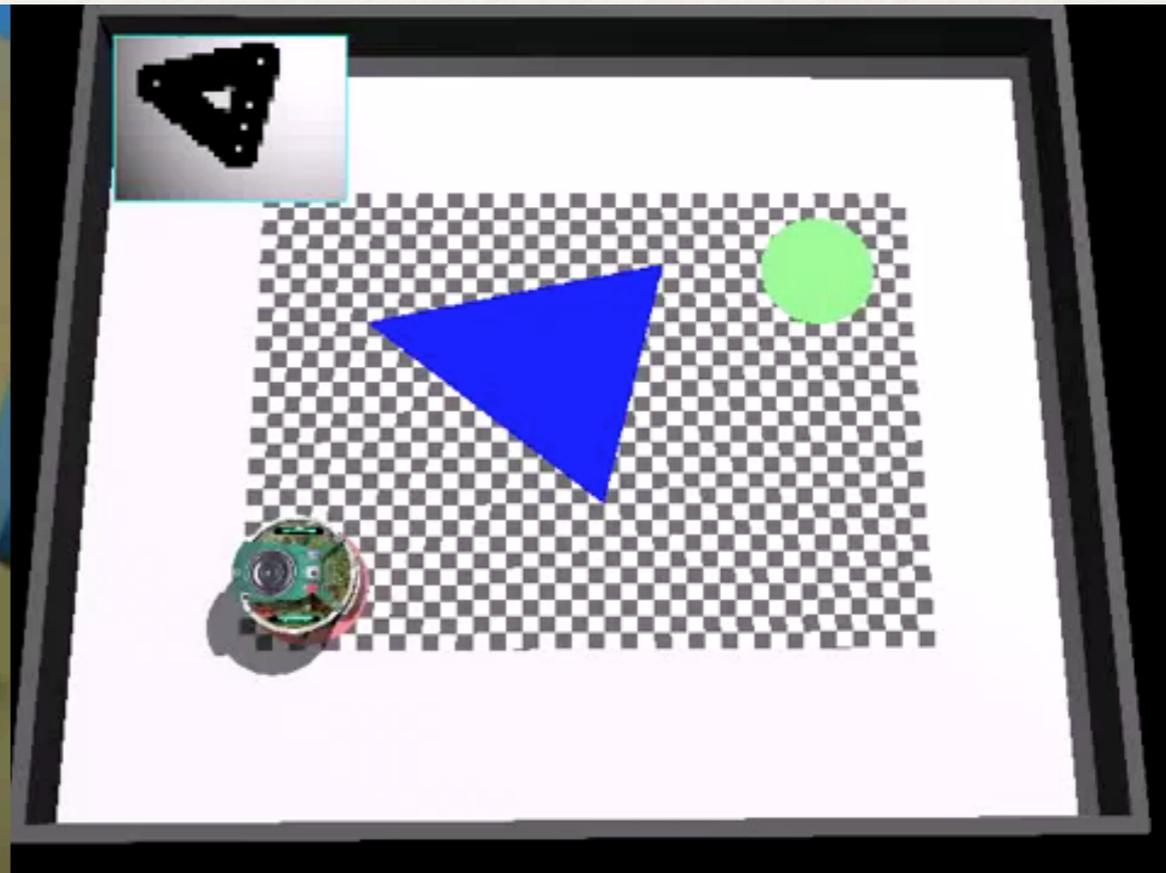
機器人模擬器

E-puck 機器人路徑規劃

實際 



模擬 



機器人模擬器 Webots

Pioneer 3-DX and Pioneer 3-AT 機器人

實際 



模擬 



文獻

- (1) Gil Press , CONTRIBUTOR, “Top 10 Hot Artificial Intelligence (AI) Technologies”, Forbes / Tech / #CuttingEdge, JAN 23, 2017
- (2) NEWTON牛頓科學雜誌 4月號 / 2018 第126期
- (3) William Lotter, Gabriel Kreiman & David Cox, “Deep Predictive Coding Networks for Video Prediction and Unsupervised Learning”, ICLR 2017 conference, Mar 2017
- (4) Lei, T. and M. Liu (2017). Deep-learning in Mobile Robotics - from Perception to Control Systems: A Survey on Why and Why not, Computer Science, Cornell University.
- (5) Lenz, I., H. Lee and A. Saxena (2015). "Deep learning for detecting robotic grasps." International Journal of Robotics Research 34(4-5): 705-724.
- (6) Redmon, J. and A. Angelova (2015). Real-time grasp detection using convolutional neural networks. 2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA 2015, May 26, 2015 - May 30, 2015, Seattle, WA, United states, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- (7) Maturana, D. and S. Scherer (2015). 3D Convolutional Neural Networks for landing zone detection from LiDAR. 2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA 2015, May 26, 2015 - May 30, 2015, Seattle, WA, United states, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- (8) Zhu, Y., R. Mottaghi, E. Kolve, J. J. Lim, A. Gupta, L. Fei-Fei and A. Farhadi (2017). Target-driven visual navigation in indoor scenes using deep reinforcement learning. 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA 2017, May 29, 2017 - June 3, 2017, Singapore, Singapore, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.