



DRONE

智慧飛控技術

主講者 陳家豪
團隊同仁 鍾佩昕



前言

技術概要

檢索策略

檢索條件

專利分析

結論與建議

無人機自主控制等級

DRONE INDUSTRY INSIGHTS

THE 5 LEVELS OF DRONE AUTONOMY

Autonomy Level	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Human Involvement						
Machine Involvement						
Degree of Automation	No Automation	Low Automation	Partial Automation	Conditional Automation	High Automation	Full Automation
Description	Drone control is 100% manual.	Pilot remains in control. Drone has control of at least one vital function.	Pilot remains responsible for safe operation. Drone can take over heading, altitude under certain conditions.	Pilot acts as fall-back system. Drone can perform all functions 'given certain conditions'.	Pilot is out of the loop. Drone has backup systems so that if one fails, the platform will still be operational.	Drones will be able to use AI tools to plan their flights as autonomous learning systems.
Obstacle Avoidance	NONE	SENSE & ALERT		SENSE & AVOID	SENSE & NAVIGATE	

Source: DRONEII.com

Date: March 12th 2019

DRONEII.COM
 DRONE INDUSTRY INSIGHTS

© 2019 all rights reserved | DRONE INDUSTRY INSIGHTS | Hamburg, Germany | www.droneii.com

資料來源：dronelife

無人機自主控制程度

等級	自主控制程度	說明與應用
Level 0	無自主控制	- 全由操作者手動控制。 ✓ 應用：競賽娛樂。
Level 1	低自主控制	- 由操作者手動控制，無人機具自動穩定功能。 ✓ 應用：巡檢維護、定位檢測、攝影攝像、防護安防、監控。
Level 2	部分自主控制	- 操作者可以完全控制飛行任務，無人機部分功能可以自動執行。 ✓ 應用：測繪、測量、噴液和測量。
Level 3	有條件自主控制	- 操作者毋需全程監控，只需選擇感興趣的部分進行飛行監控，無人機多數飛行功能可以自動執行，例如防撞功能。 ✓ 應用：測繪、測量和保護與安全。
Level 4	高度自主控制	- 無人機可自動執行飛行功能，操作者僅在必要時進行介入操作；利用人工智慧來識別和特徵追蹤、避障和規劃最佳路線，可具有故障容錯技術。 ✓ 應用：攝影和拍攝。
Level 5	完全自主控制	無人機可感知獨立學習並作出決策，毋需操作員介入的完全自主控制等級，尚未有實際之應用。

資料來源：PSC整理

AIDRNE

核心功能

感知認知

評估判斷

規劃決策

控制執行

擴充功能

人機融合

多機協同

故障容錯

學習進化



感知層

收集影像/環境等感測數據

智慧層

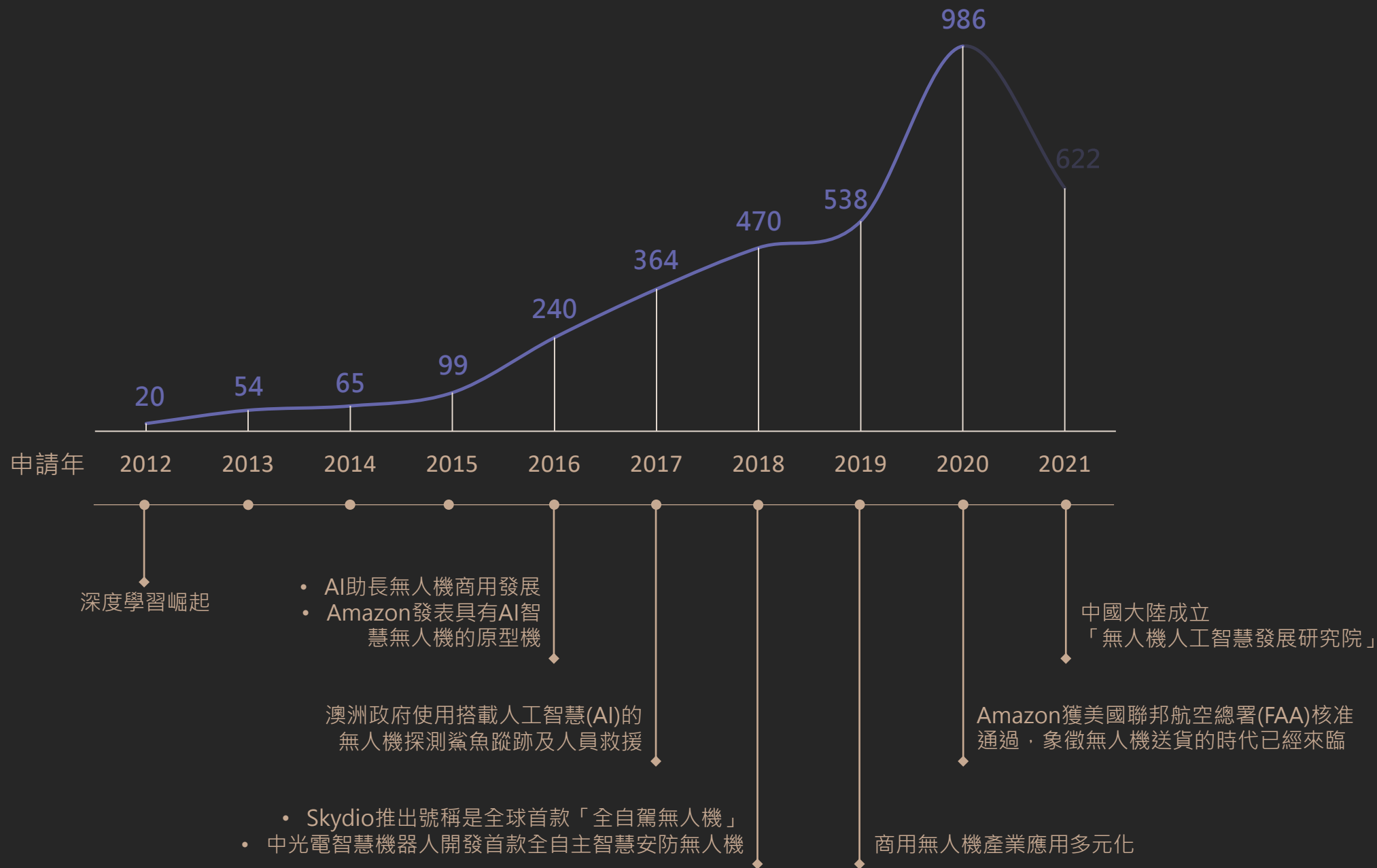
透過AI智慧演算法進行數據處理

應用層

巡檢/電力/農業/工業/警消/搜救等
產業應用

專利檢索	區域	全球	
	檢索時間	-2021/12/31	
檢索條件	關鍵字	無人機	drone*/UAV/unmanned aerial/unmanned aircraft/其他相關同義詞、衍生字
		人工智慧	artificial intelligence/neural network*/artificial neural/machine learning/deep learning/其他相關同義詞、衍生字
	分類號	B64C/B64D/G05D/G06V/G06K/G06T/G06F/G06N/Y10S	
專利數量	申請數量	3484	
	家族數量	2667	
專利分析	時間	2012-2021年	
	區域	CN/US/JP/KR/EPO/WIPO/TW	

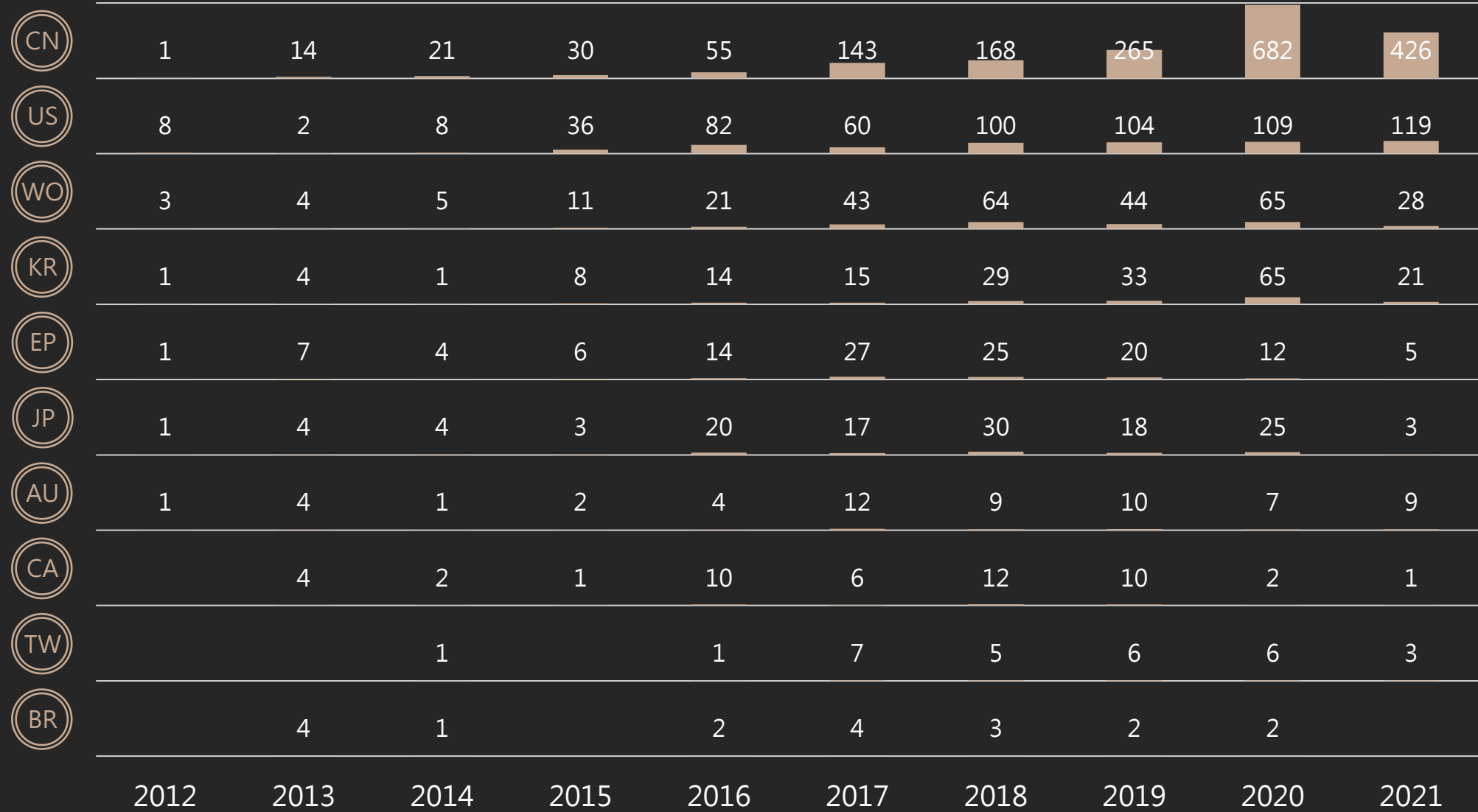
無人機+感測裝置 (S1)	人工智慧 (S2)	(無人機+感測裝置) + (人工智慧)
((unmanned aerial OR unmanned aircraft OR pilotless airplane OR pilotless aerial OR pilotless aircraft OR drone* OR UAV OR無人機 OR 無人駕駛機 OR 無人駕駛飛 OR 無人駕駛航 OR 無人行駛機 OR 無人行駛飛 OR 無人行駛航 OR 無人飛 OR 無人航)@TI,AB,CL AND (IC=B64C-039* OR IC=B64C-2201* OR IC=B64D* OR IC=G05D-001* OR IC=G05B-013* OR IC=G05B-015* OR IC=G05B-019* OR IC=G06K-009* OR IC=G06T-007* OR IC=G06V* OR IC=G01C* OR IC=G01S* OR CS=B64C-2201* OR CS=G06V*)) NOT ((automobile OR car OR automotive OR rail vehicle OR railway OR railroad OR locomotive OR automat* driving OR advanced driver assistance system OR ADAS OR unmanned ship OR unmanned boat OR autonomous ship OR autonomy ship OR unmanned surface vehicle OR autonomous boat OR autonomy boat OR 車 OR 鐵軌 OR 軌道 OR 軌陸 OR 鐵路 OR 無人船 OR 無人艇 OR 無人駕駛船 OR 無人駕駛艇 OR 自主航行船 OR 自主船 OR 自主水面) AND (IC=B62* OR CS=B62* OR IC=B61* OR CS=B61*)) AND ID=:20211231	(ARTIFICIAL INTELLIGENCE OR NEURAL NETWORK* OR ARTIFICIAL NEURAL OR MACHINE LEARNING OR DEEP LEARNING OR DEEP NEURAL OR DEEP ALGORITHM* OR DEEP COMPUTING OR SUPERVISED LEARNING OR UNSUPERVISED LEARNING OR UN-SUPERVISED LEARNING OR LEARNING ALGORITHM* OR LEARNING COMPUTING OR LEARNING MODULE OR DEEP INTELLIGENCE OR NEURAL ALGORITHM* OR NEURAL COMPUTING OR FUZZY LOGIC OR FUZZY MODEL OR FUZZY COMPUTING OR FUZZY ALGORITHM OR 人工智 OR 機器學習 OR 智慧學習 OR 智慧學習 OR 學習機器 OR 學習演算 OR 學習演化 OR 學習計算 OR 學習模型 OR 深度學習 OR 深層學習 OR 深度演算 OR 深層演算 OR 深度演化 OR 深層演化 OR 深度計算 OR 深層計算 OR 深度模型 OR 深層模型 OR 監督學習 OR 監督演算 OR 監督演化 OR 監督式學習 OR 監督式演算 OR 監督式演化 OR 神經 OR 模糊邏輯 OR 模糊控制 OR 模糊運算 OR 模糊理論 OR 模糊計算 OR 模糊演算) OR (IC=G06F-015/18 OR IC=G06F-019/24 OR IC=G06F-030/27 OR IC=G06N* OR IC=G06T-001/40 OR CS=G06N* OR CS=G06T-2207/20081 OR CS=G06T-2207/20084 OR CS=Y10S-0706*) AND ID=:20211231	S1 + S2





◎ 中國大陸無人機產業相當發達，亦是人工智慧發展的領導者，近年大舉發展智慧無人機。

申請地區趨勢



CN				US
中國國家電網 91	北京航空航天大學 80	南京航空航天大學 57	西北工業大學 49	亞馬遜科技 61
深圳大疆科技 81	廣東電網 62	天津大學 36	北京工業大學 26	
			中國電子科技 21	

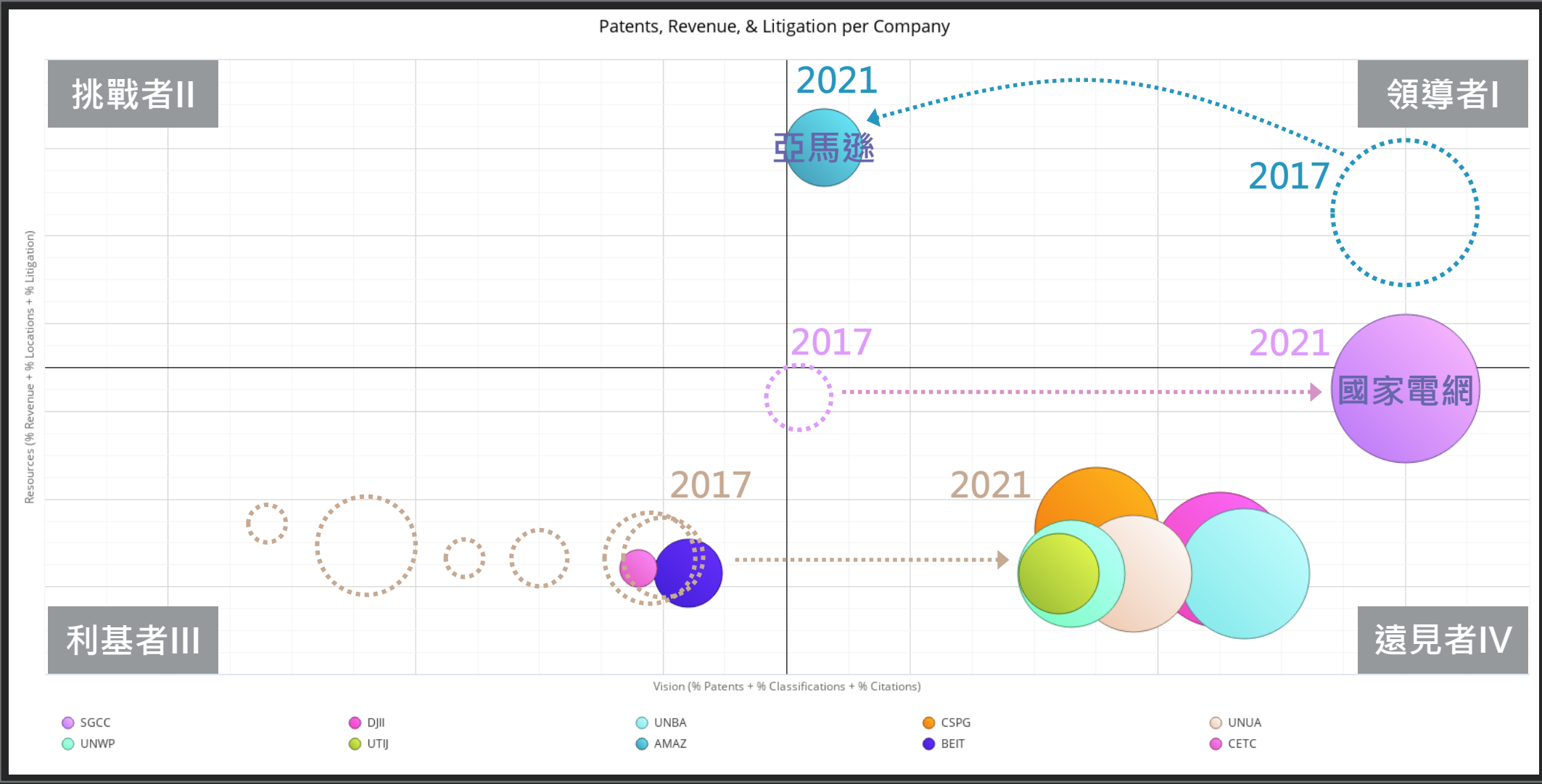
- ◎ 中國大陸專利權人就佔9個，其中國營事業&學研單位佔8個，政策積極推動
- ◎ 深圳大疆科技，無人機市佔率最高，近年跨入智慧無人機研發
- ◎ 大專院校專精於人工智慧演算法的研究開發
- ◎ 美國亞馬遜科技，較早布局智慧無人機物流的專利

影像處理		控制處理		人工智慧	
G06K 9/00 圖形識別 635		G05D 1/10 三維之位置或航向的同時控制 670		G06N 3/04 神經網路建構 496	G06N 3/08 神經網路學習 462
G06K 9/62 應用電子設備進行識別 603	G06T 7/00 影像分析 228			無人機	
		G05D 1/00 路徑/高度/姿態控制 257	G05D 1/08 姿態控制 172	B64C 39/02 無人機/遙控飛行器(其他飛行器) 639	B64D 47/08 架設飛機上的攝影機 215

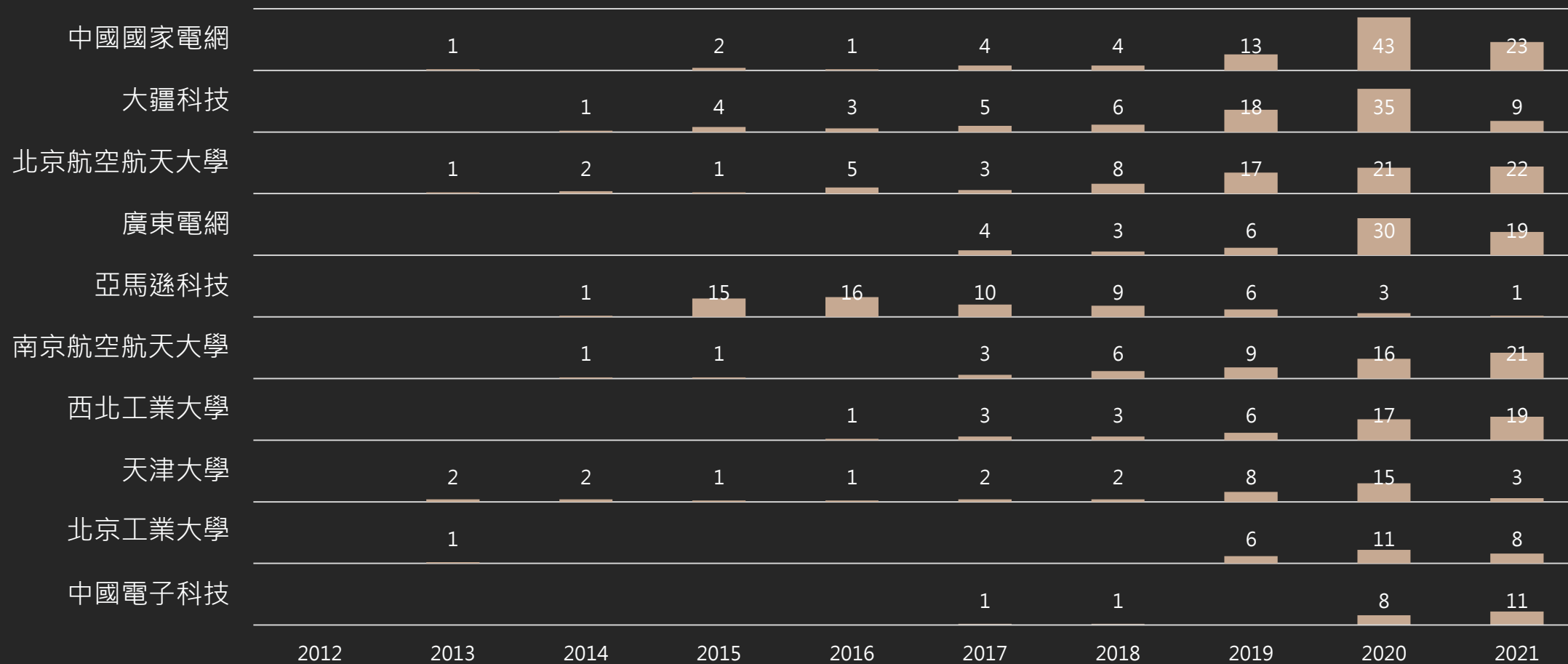
- ◎ 影像處理→智慧無人機目標檢測/辨識/追蹤(感知認知)
- ◎ 控制處理→無人機飛行(姿態)控制/調整(控制執行)
- ◎ 人工智慧→賦予智慧無人機類人腦思維(評估判斷、規劃決策)
- ◎ 無人機→無人機本身及周邊設備

無人機			人工智慧	影像處理	
B64C 39/024 無人機/遙控飛行器 611			G06N 3/0454 神經網路計算 487	G06V 20/13 衛星圖像識別 299	G06T 2207/20081 用學習演算法 作圖像分析 250
B64C 2201/127 無人機攝影或視訊 錄製 261	B64C 2201/141 無人機透過導航 系統自主飛行控 制 249	B64D 47/08 架設飛機上的 攝影機 216		G06K 9/6256 應用電子設備進行訓練並識別 295	
			控制處理		
			G05D 1/101 三維之位置或航向的同時控制 395		

- ◎ CPC分類以無人機為最大宗，細分許多無人機相關技術
- ◎ 影像處理注重在針對影像訓練並識別、學習演算法作圖像分析

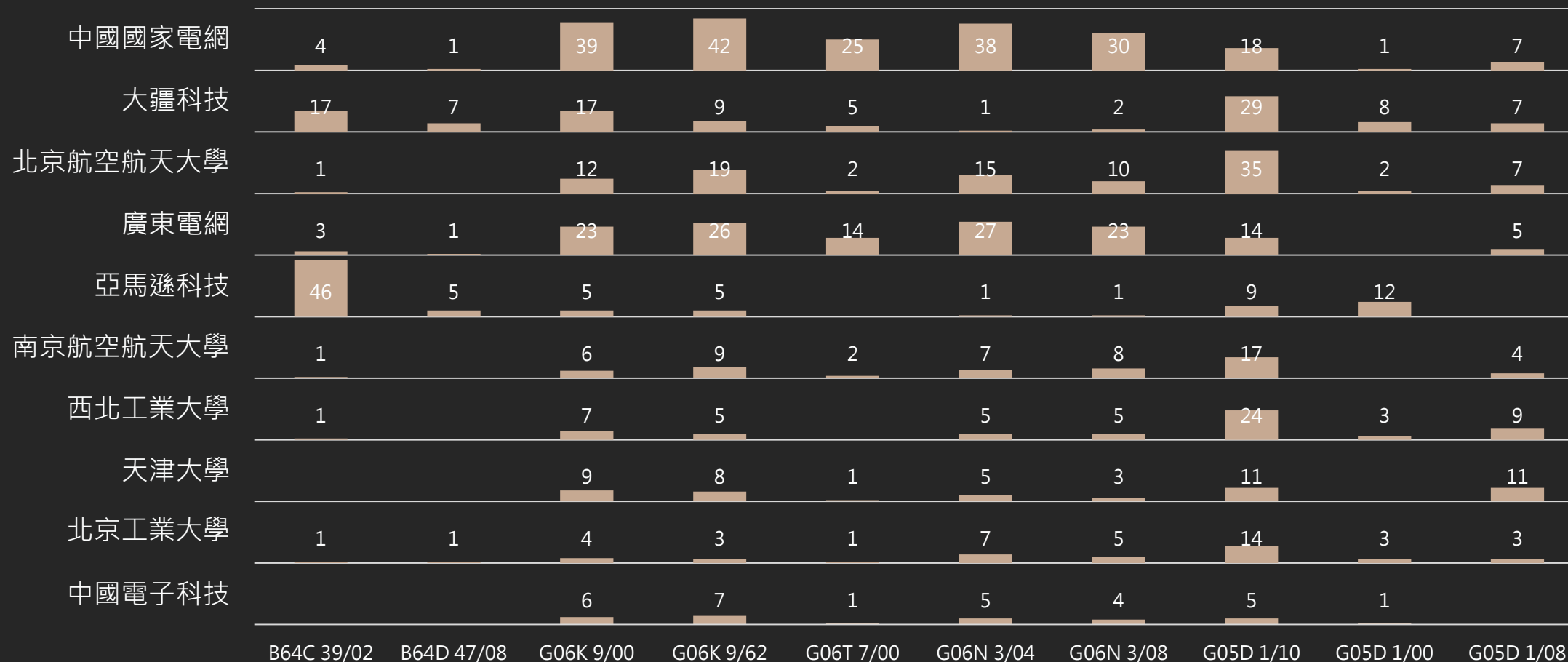


申請趨勢

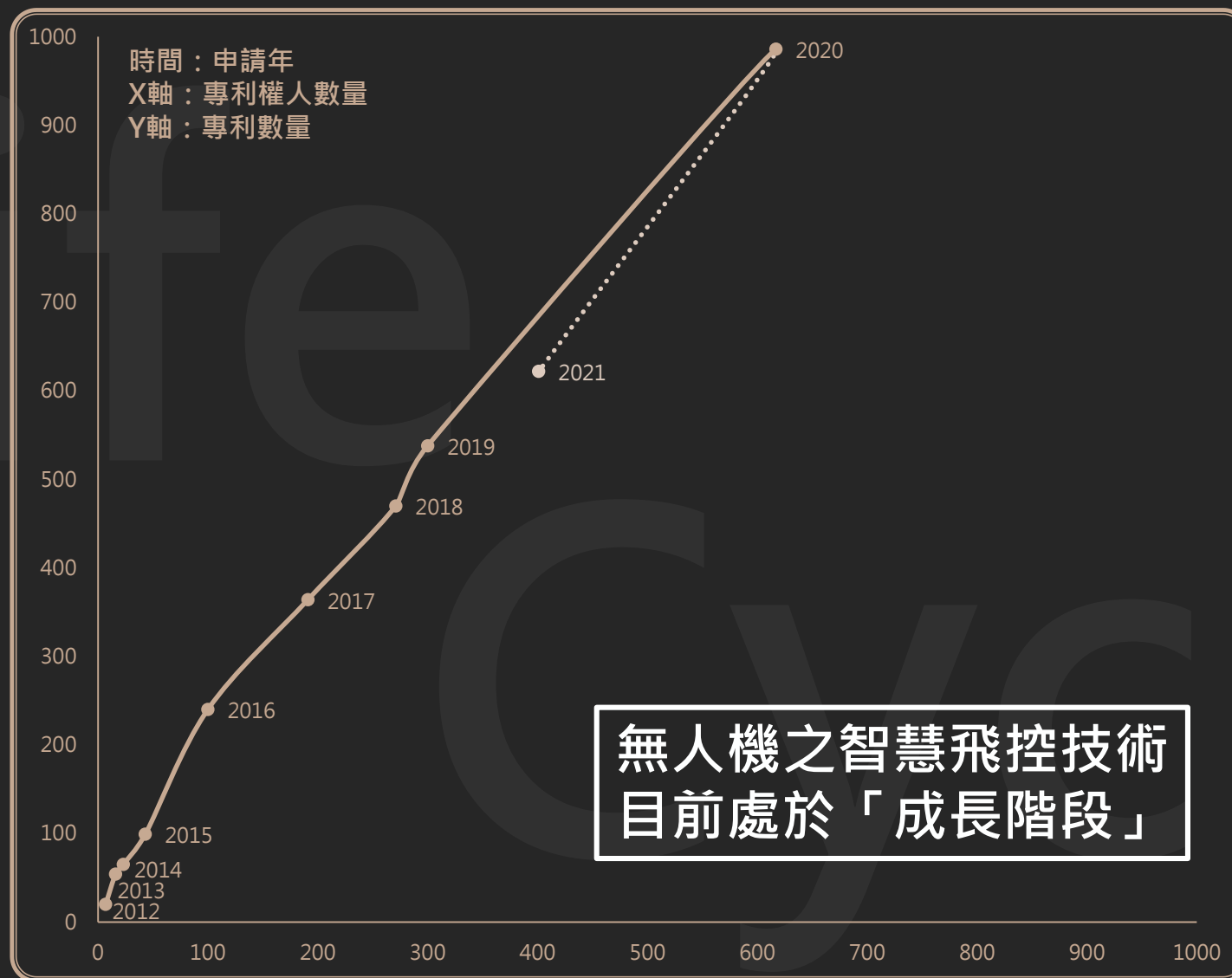


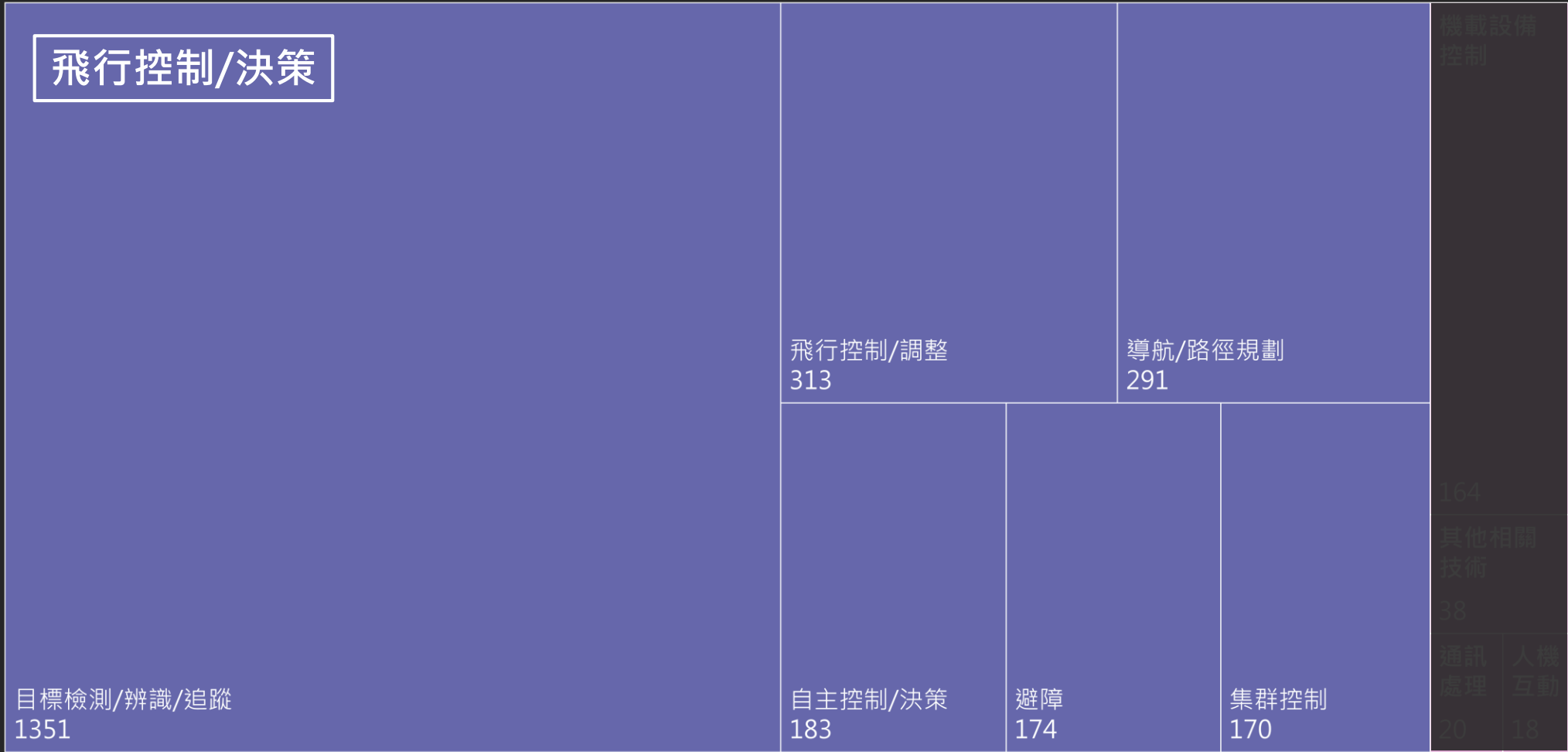
- ◎ CN《新一代人工智能發展規劃》及《新一代人工智能產業三年行動計劃(2018-2020)》政策
→CN專利權人於2019~2021年企業研發能量顯著提升
- ◎ 美國亞馬遜科技，較早投入智慧無人機研發與專利布局

技術研發



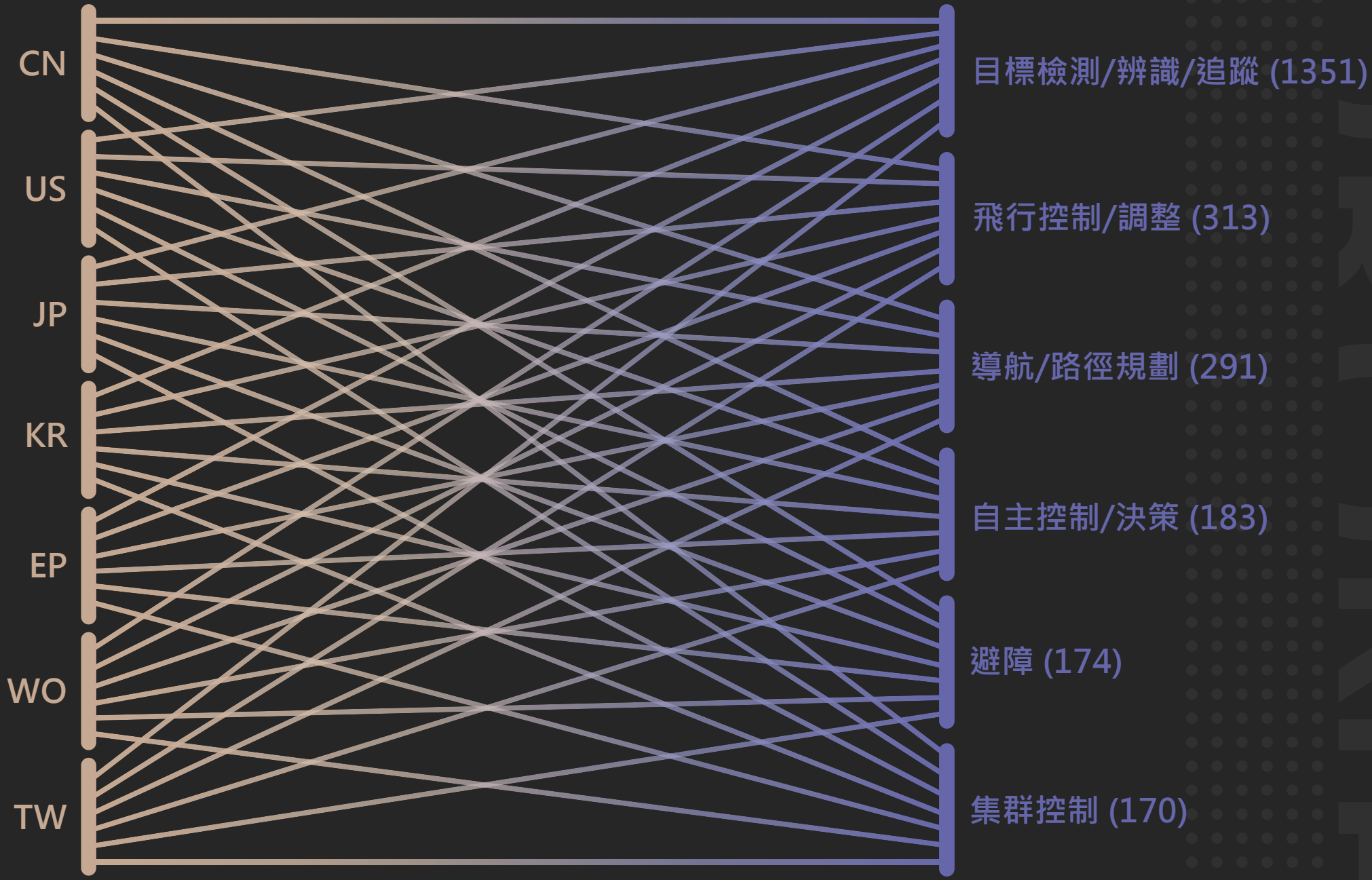
- ◎ 飛行控制/調整(G05D)、圖像識別(G06K)、人工智慧(G06N)，為企業研發重點
- ◎ 國電、廣東電網自動巡檢需求，針對上述技術投入許多研發能量
- ◎ 亞馬遜科技應用無人機物流配送需求，研發重點在於無人機應用(B64C)及飛行控制處理(G05D)

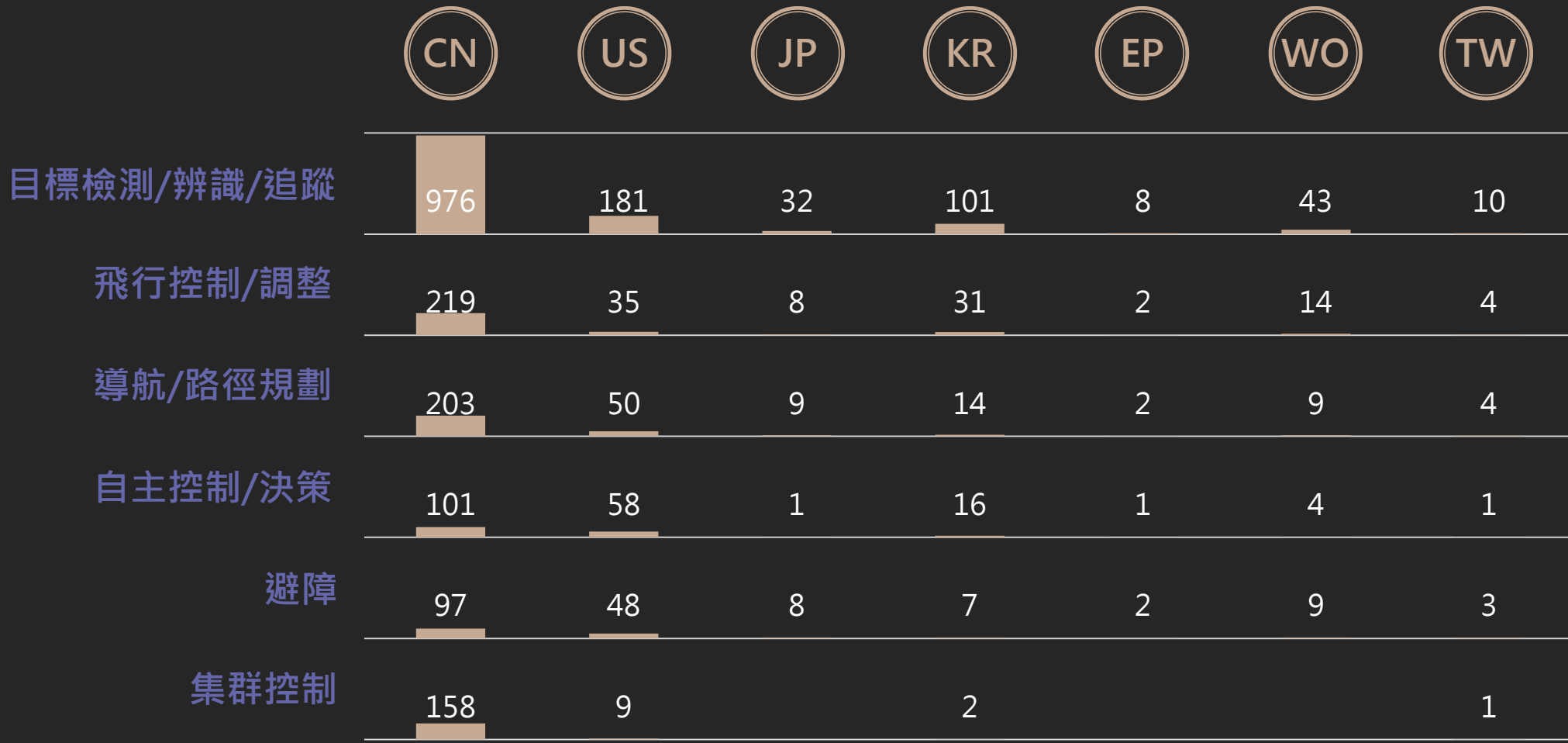




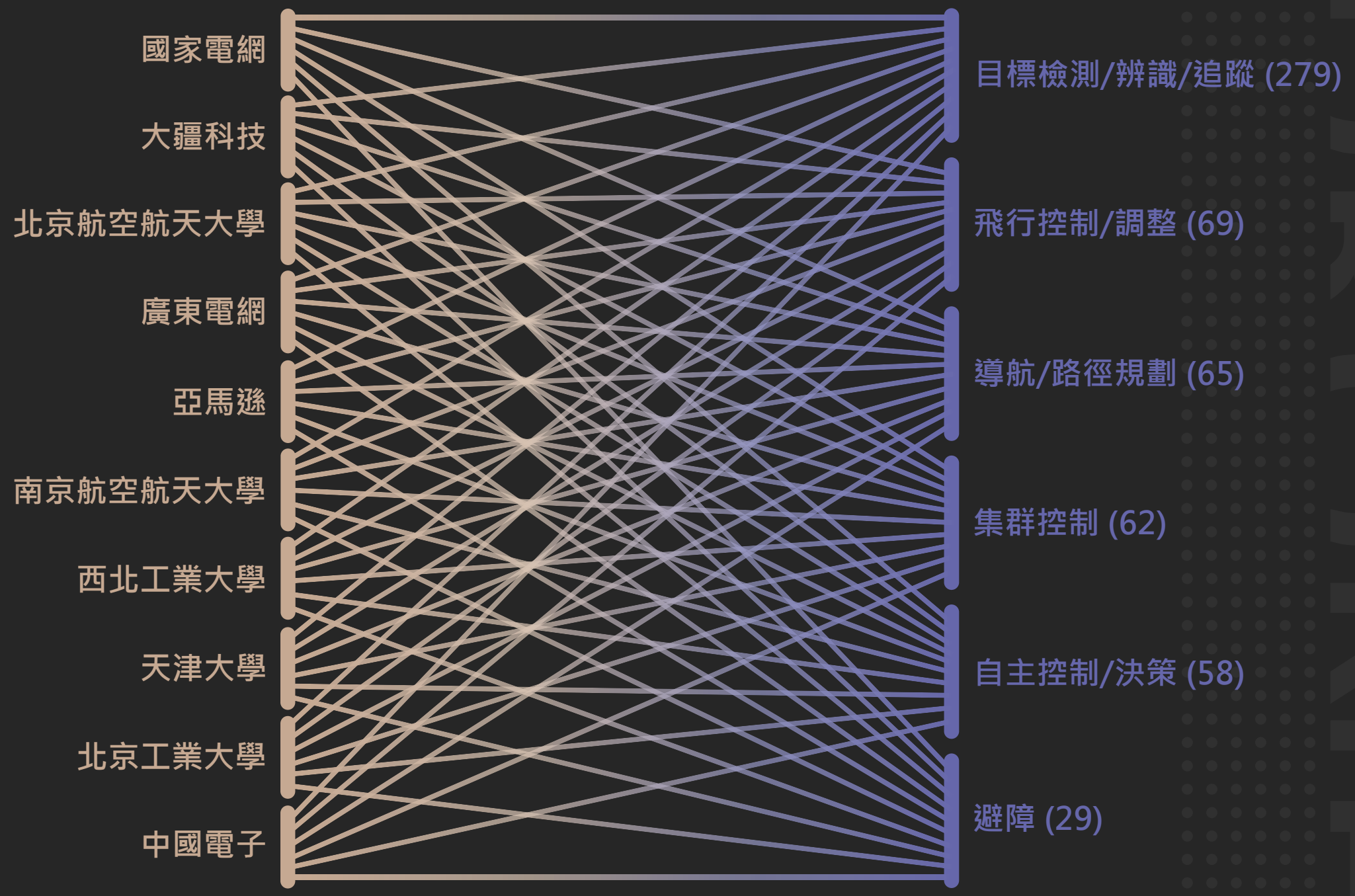
- ◎ 主題為「智慧飛控技術」，故在技術分析上則是將焦點放在「飛行控制/決策」技術領域
- ◎ 飛行控制/決策主分類中細分了十八項子分類，明顯集中於前六項技術，與IPC分析相呼應

申請地區技術分析

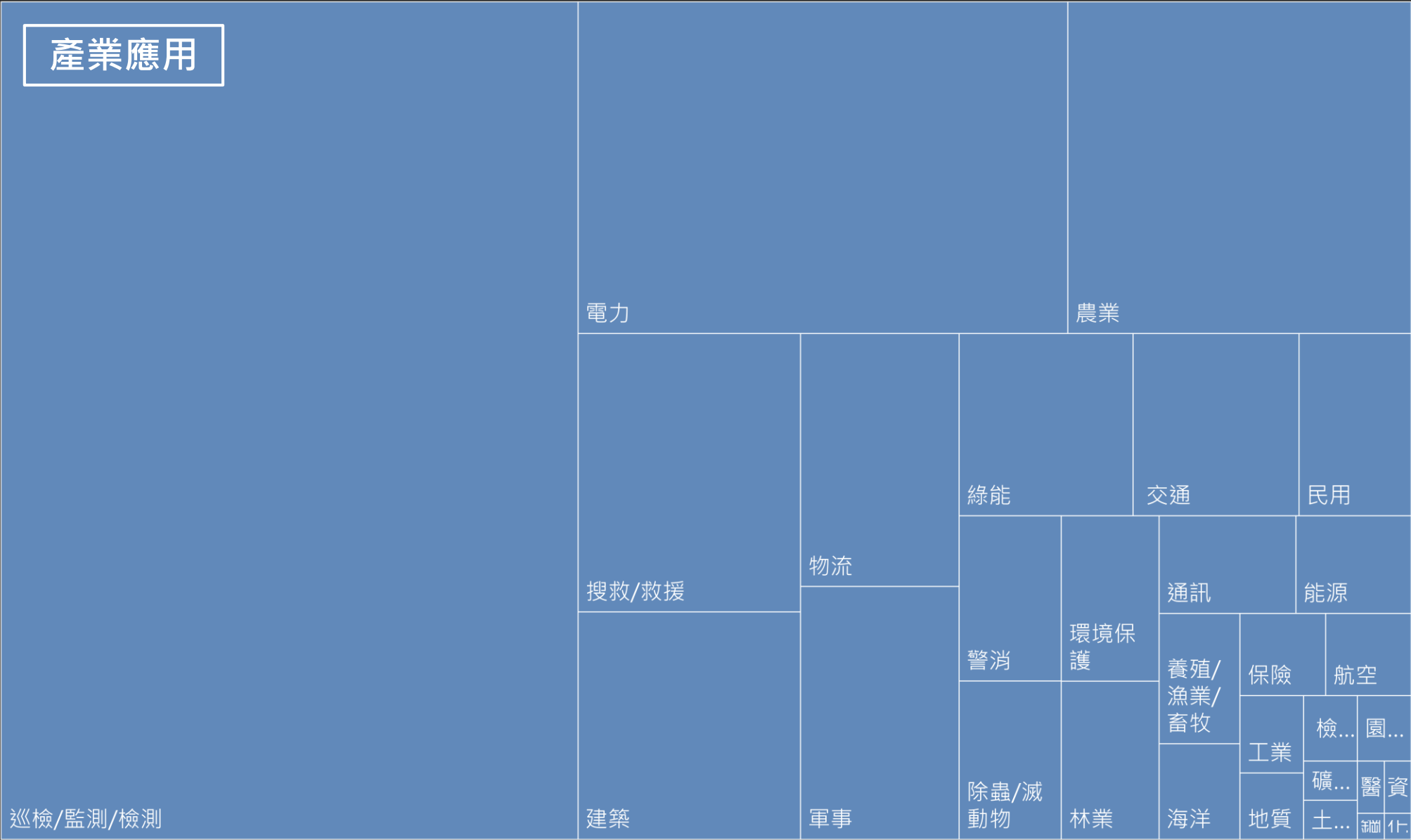




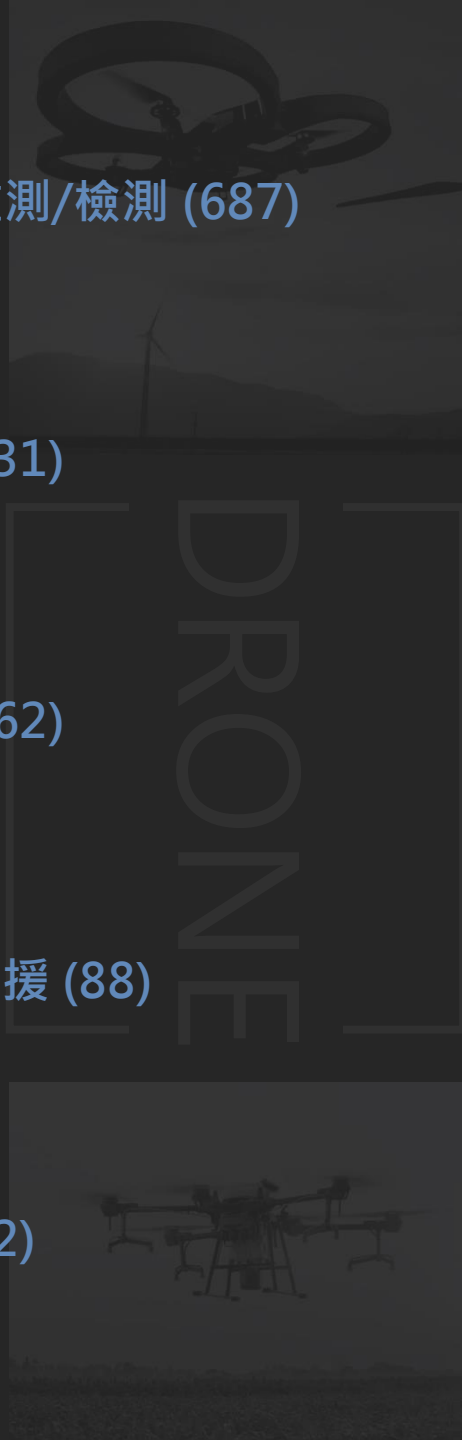
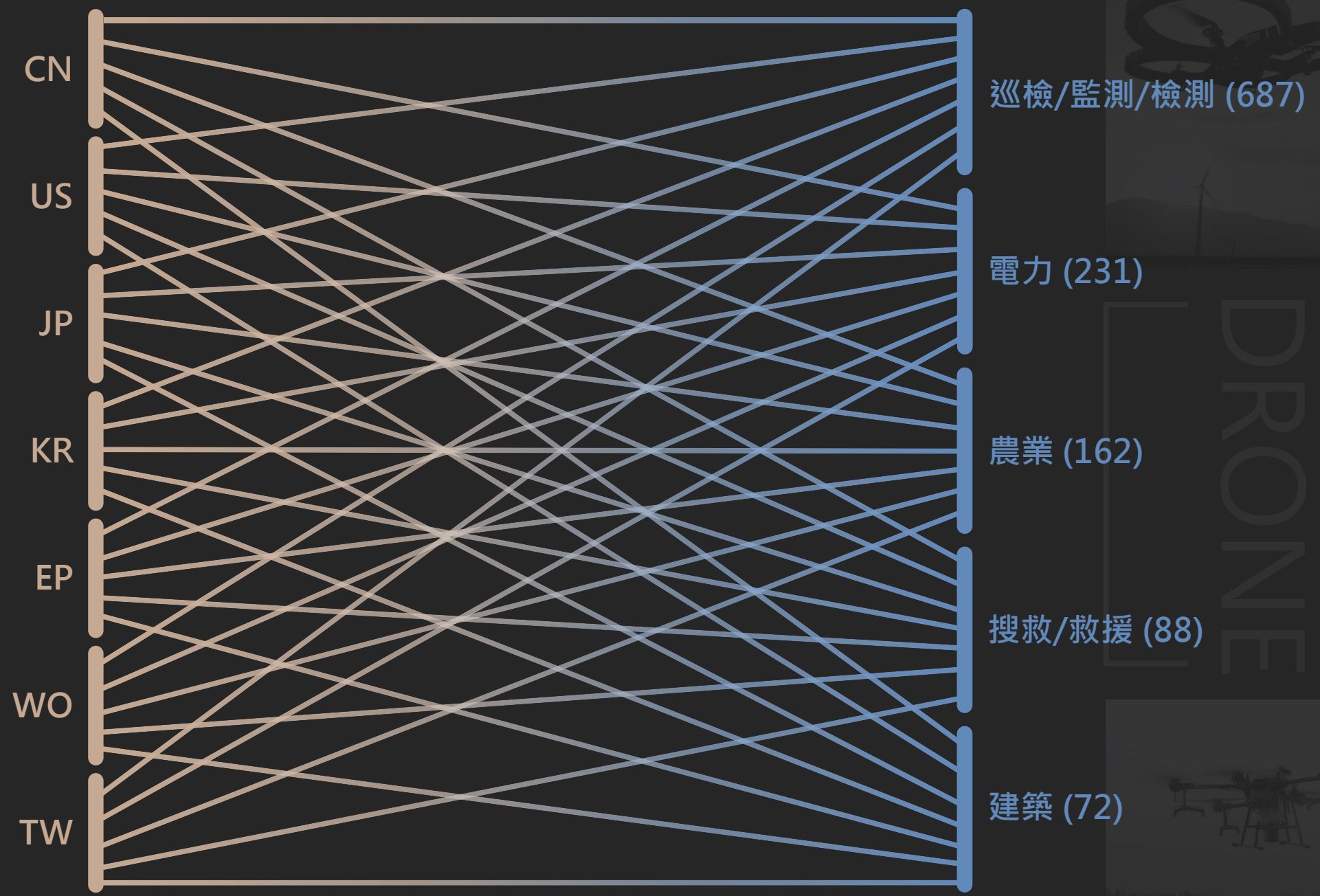
- ◎ 目標檢測/辨識/追蹤，可用於巡檢、監測、搜救等，應用領域廣泛
- ◎ 日韓歐洲數量尚且不多，可為布局重點

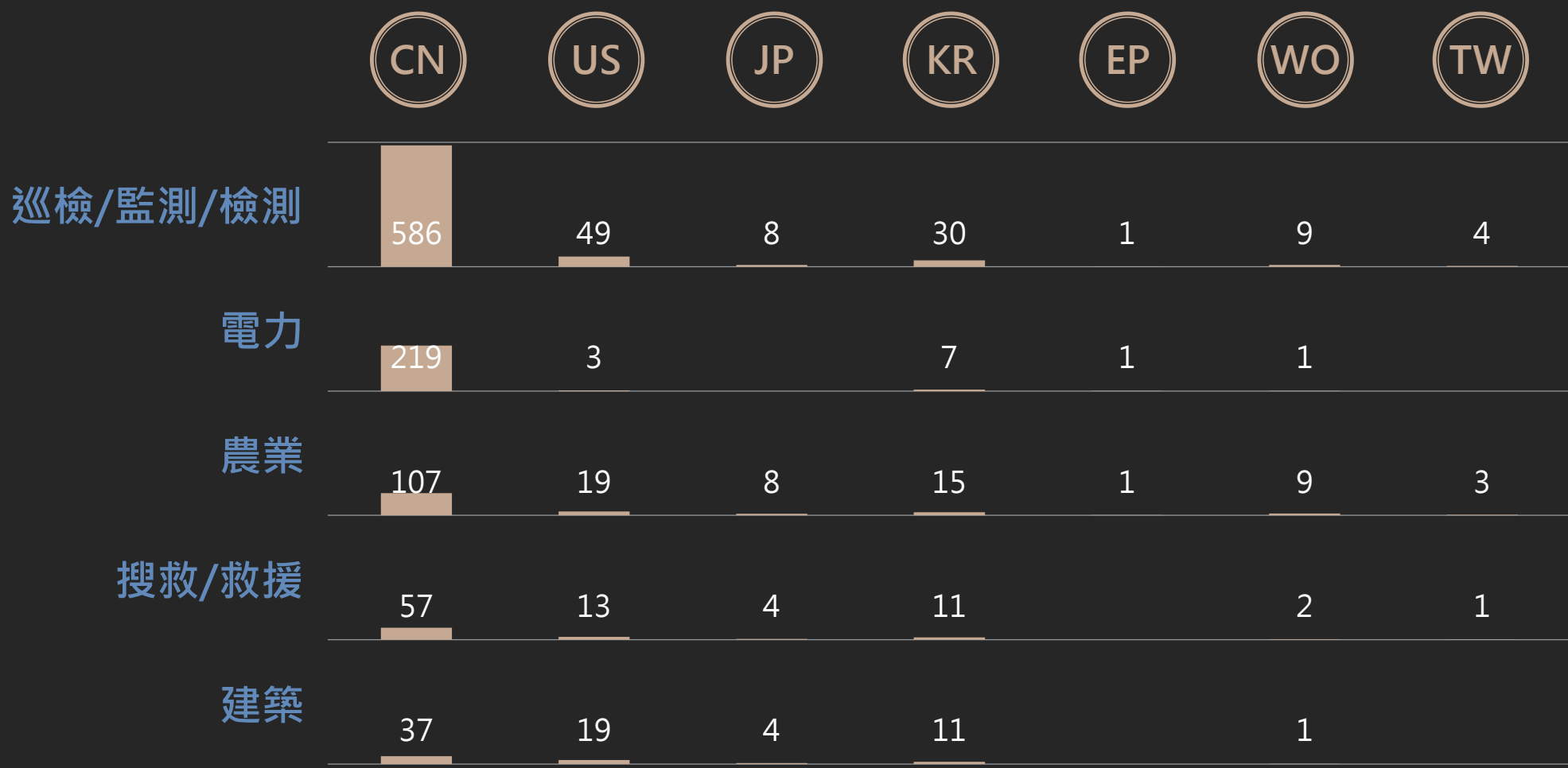




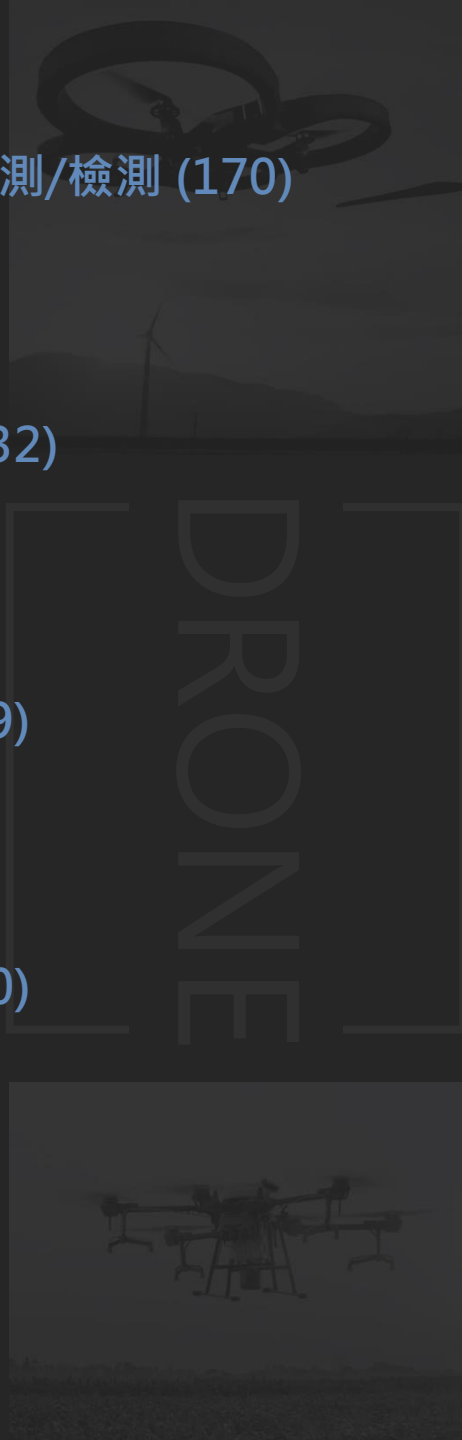
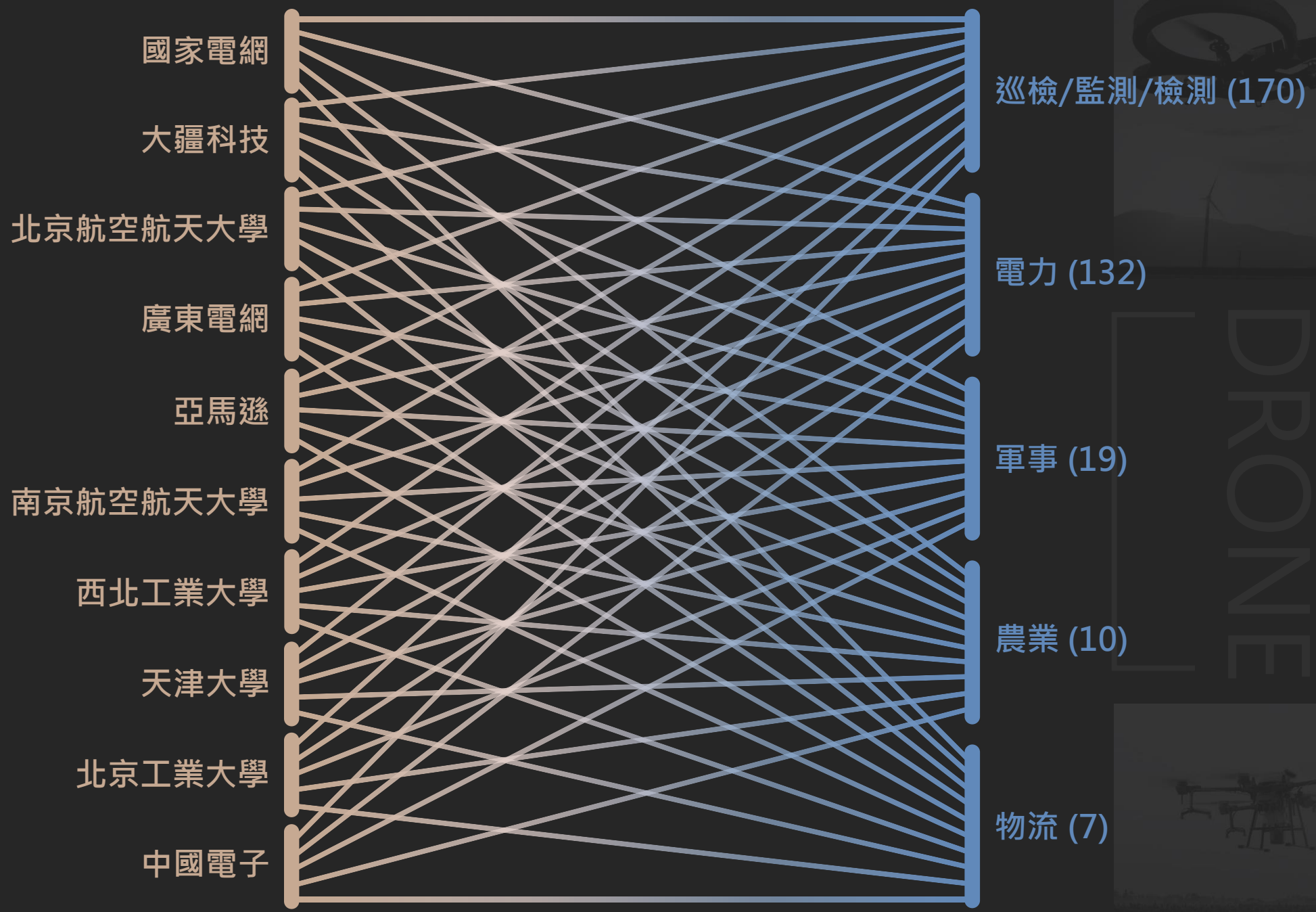


申請地區產業分析





- ◎ CN具有龐大的電力電網系統，巡檢維護不易→善用智慧無人機，降低人力成本
- ◎ 農業→運用智慧無人機，監測農作物生長情況、植物保護、農藥噴灑
- ◎ 搜救/救援→智慧無人機進行檢測識別，能在短時間內掌握災區整體災害情況，縮短救援時間



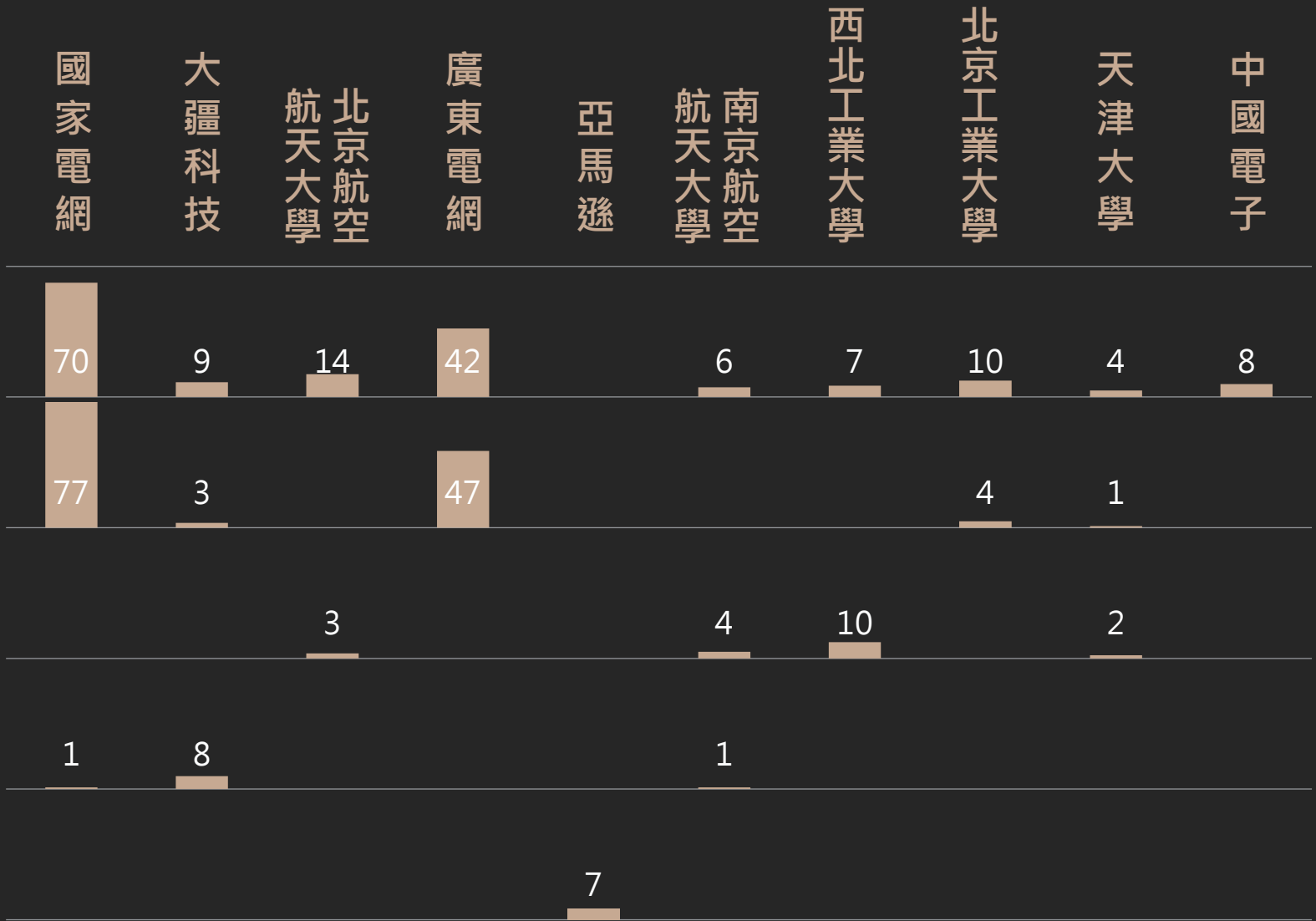
巡檢/監測/檢測

電力

軍事

農業

物流

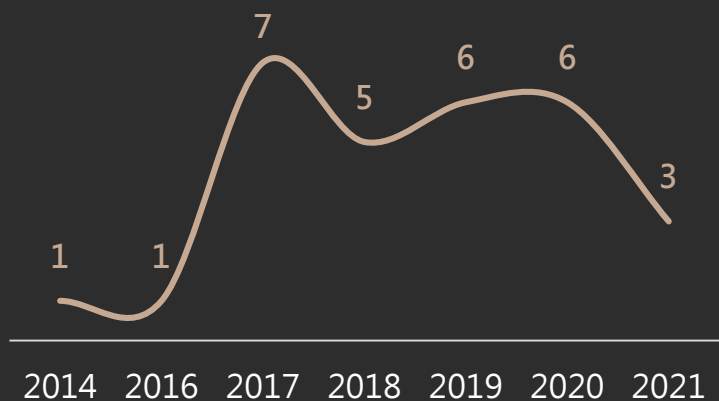


◎ 學研單位與軍方單位密切合作，在軍事產業應用布局著墨許多→美國制裁名單

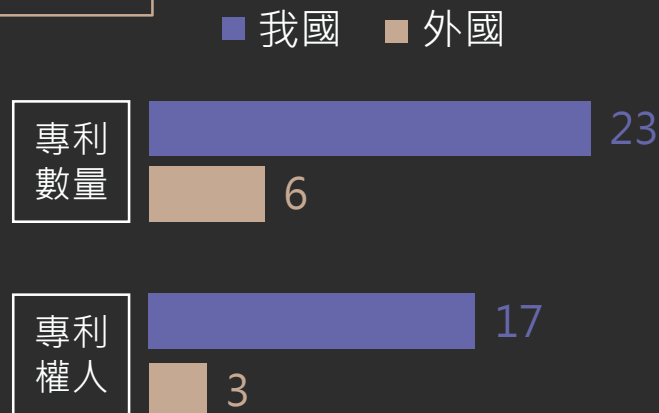
技術領域	目標檢測/辨識/追蹤	避障	導航/路徑規劃
公開/告號(日)	CN110133440A (2019/05/27)	US9384668B2 (2016/07/05)	CN110488861A (2019/07/30)
申請人	國電南瑞科技	SINGULARITY UNIVERSITY	北京郵電大學
專利名稱	基於Faster R-CNN的無人機巡檢圖像電力小部件識別方法及系統	Transportation using network of unmanned aerial vehicles	基於深度強化學習的無人機軌跡優化方法、裝置和無人機
說明內容	本發明利用圖像識別及模型匹配技術對桿塔類型進行識別，利用機器視覺定位無人機與桿塔間的相對位置，控制無人機按照桿塔模型自動巡檢拍攝，最後利用視覺導航技術控制無人機沿著輸電線路自動飛往下一級桿塔的無人機全自主巡檢方法。	本發明無人機包括避開障礙物的功能，可依靠無人機感測器模組以感知及透過AI處理器決策規劃，用以控制無人機避開其他飛行器或障礙物。	本發明具備從累積的飛行數據中進行自主學習的能力，可在未知通信場景下，智能決定其最佳飛行速度、加速度、飛行方向與返航時間，歸納出能量效率最優飛行策略。

技術領域	飛行控制/調整	集群控制	自主控制/決策
公開/告號(日)	US9146557B1 (2014/04/23)	CN111880563A (2020/07/17)	CN111667513A (2020/06/01)
申請人	KING FAHD UNIVERSITY OF PETROLEUM AND MINERALS	西北工業大學	西北工業大學
專利名稱	Adaptive control method for unmanned vehicle with slung load	一種基於MADDPG的多無人機任務決策方法	一種基於DDPG遷移學習的無人機機動目標跟蹤方法
說明內容	本發明利用反饋線性化控制器(FLC)對四旋翼無人機等懸吊式無人機進行垂直起降。控制器包括雙迴路架構，其中整個控制器包括內環，內環具有負責控制姿態角和高度的內控制器(利用兩層神經網絡)，以及具有外部控制器的外部迴路，該外部控制器負責提供內環內控制器提供所需的角速度。	本發明將MADDPG算法引入到多無人機任務分配當中，首先根據多無人機實際作戰環境，建立深度強化學習所需的二維作戰環境模型，其次，建立多無人機作戰環境中的防空導彈等多種威脅的數學描述，最後將多無人機的航跡、距離和戰場的防禦威脅作為約束條件，進行學習訓練，進而得到多無人機任務決策模型，在無人機高速飛行的過程中，可以更快的得到結果，並且可以實現多無人機自主決策的目的。	本發明採用深度確定性策略梯度(DDPG)方法，通過無人機跟蹤的採樣數據，在神經網絡強大的擬合能力下，可以自主學習出達到目標的最優評價與策略網絡完成跟蹤任務。

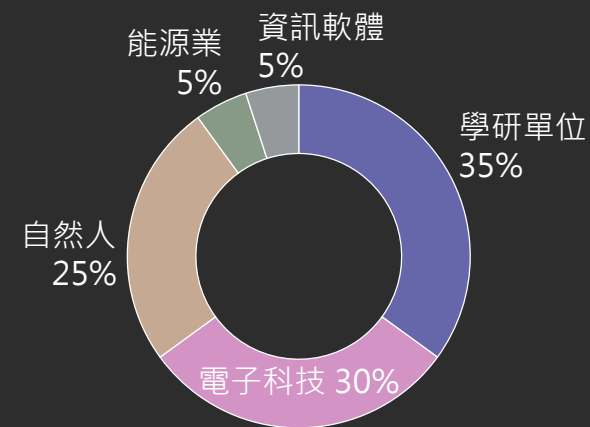
申請趨勢



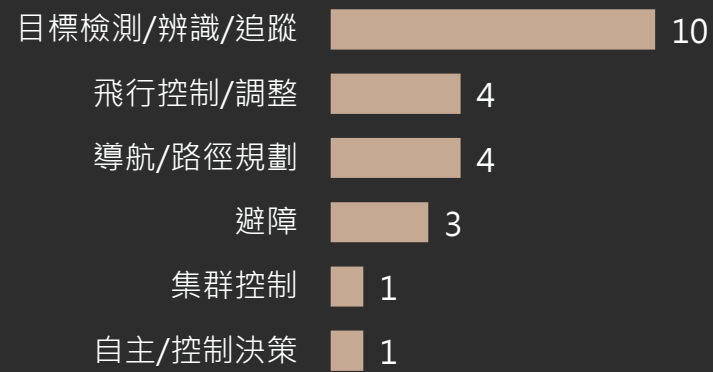
專利申請



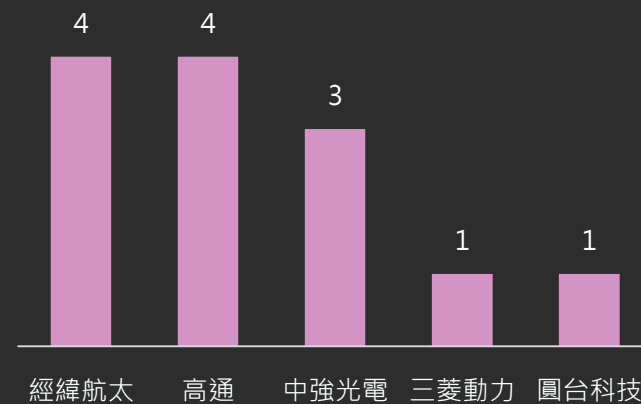
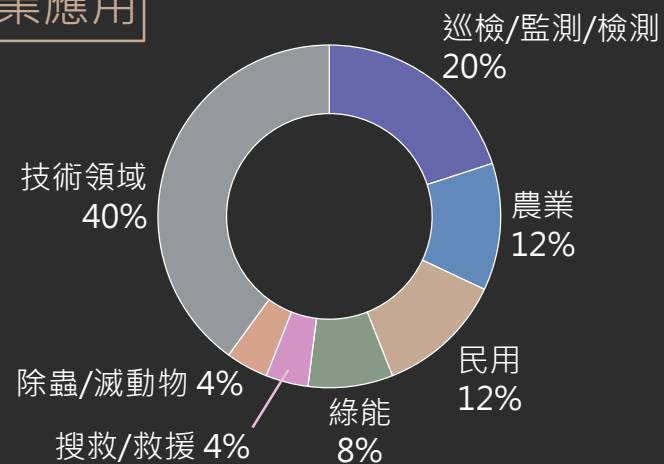
專利權人



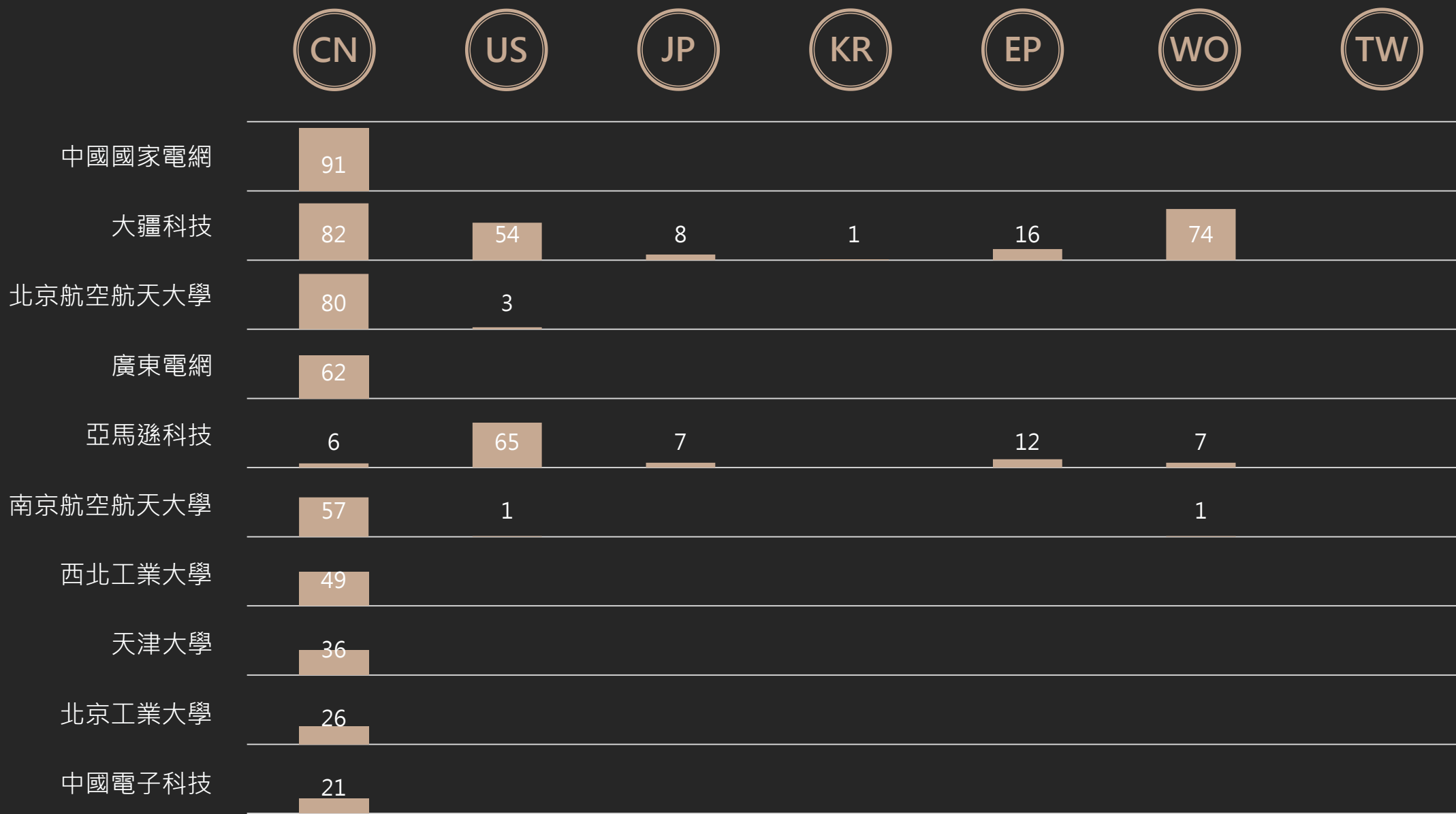
技術領域



產業應用



專利權人申請地區



- 1/ 整體趨勢處於技術成長期
以中國大陸布局最熱絡，
其中學研單位占比居多
- 2/ 我國在技術研發上具高度競爭力，
整合國內技術量能，強化應用服務
針對自己技術專長，挖掘技術缺口
- 3/ 歐洲日韓→高度發展潛力的國家
美國→對陸產品禁令→轉單效益

技術紅海中創新 技術藍海中挖掘

目標檢測/辨識 /追蹤	飛行控制/調整	導航/路徑規劃	自主控制/決策	避障	集群控制
1351	313	291	183	174	170
位置/路徑/距離 /著地區域判斷	影像辨識/分類	路徑/速度/姿態 /著地區域預測	飛行狀態判斷	任務規劃	故障容錯處理
86	64	44	33	30	26
作戰決策	飛行降噪	風險評估/預測	地圖構建	抗風控制	風速估計
18	16	14	13	3	1

- 1/ 整體趨勢處於技術成長期
以中國大陸布局最熱絡，
其中學研單位占比居多
- 2/ 我國在技術研發上具高度競爭力，
整合國內技術量能，強化應用服務
針對自己技術專長，挖掘技術缺口
- 3/ 歐洲日韓→高度發展潛力的國家
美國→對陸產品禁令→轉單效益

