



2026

國科會工程處控制學門 114年度成果報告發表會

10/22

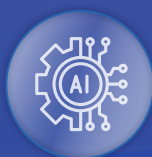
Thu.

23

Fri.

逢甲大學 共善樓

論文集



ORGANIZER



CO-ORGANIZER



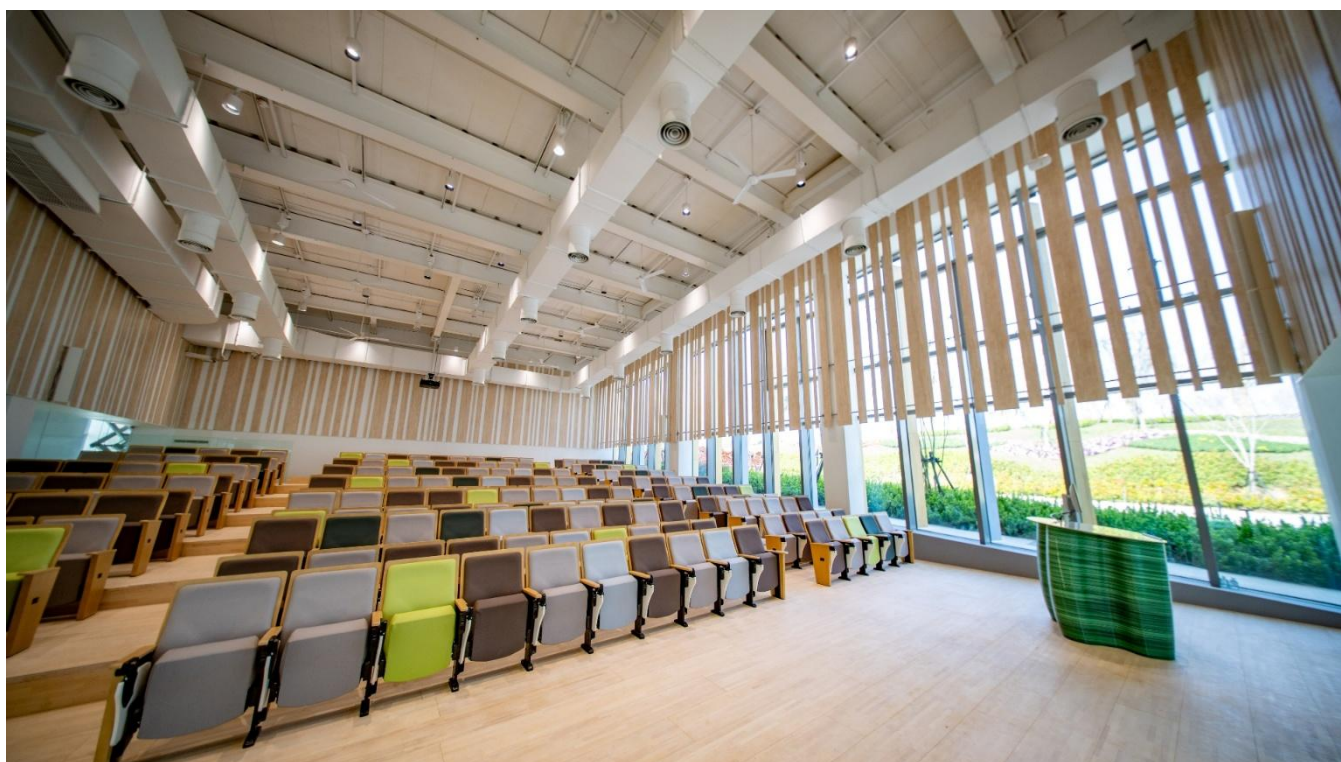
目錄

目錄	1
成果發表會場資訊.....	2
交通資訊	4
大會議程 Overview.....	8
大會議程一覽.....	10
控制學門個人型計畫成果發表海報議程規劃.....	14
控制學門整合型計畫成果發表特別議程(Special Session)規劃.....	33
控制學門個人型計畫成果發表摘要集	39
控制學門整合型計畫成果發表摘要集	189

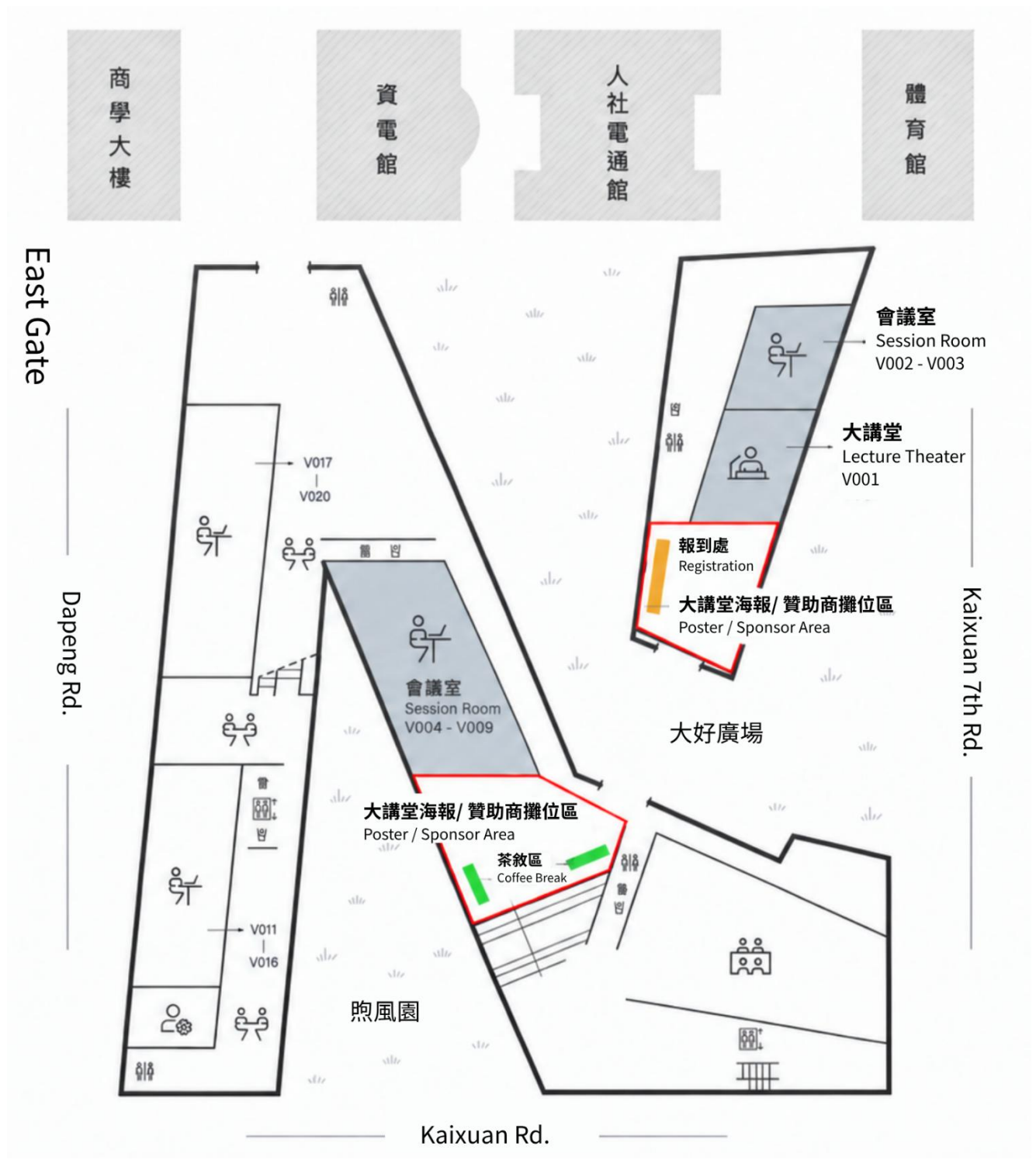
成果發表會場資訊

成果發表會場：逢甲大學 共善樓（407102 臺中市西屯區逢大路 127 號）

會場網站：<https://cacs2026.fcu.edu.tw/控制學門成果發表/>



會場地圖：



交通資訊

1. 2026 CACS Shuttle Bus

CACS 2026 provide free shuttle buses between the conference venues, with a detailed timetable listed below:

October 22, Thursday

THSR → FCU		FCU → THSR		FCU → Insky Hotel		Insky Hotel → THSR	
07:30	09:30	12:00		17:00		20:10	
08:00	11:00	17:30		17:20		20:40	
08:30	12:00						

October 23, Friday

THSR → FCU		FCU → THSR		FCU → Truelove Garden Hotel		Insky Hotel → THSR	
07:30	09:30	12:00		17:20		20:30	
08:00	11:00	17:30		17:30		21:00	
08:30	12:00			17:40		21:30	

Upon arrival at Taichung HSR Station, please proceed through the ticket gates and look for the **CACS 2026 reception staff**. They will guide you to the designated shuttle bus pick-up location.

2. Passenger transport



Take an intercity bus such as Ubus, Kuo-Kuang Motor Transport, or Ho-Hsin Bus and get off at either Zhonggang Station or Chaoma Station. From there, you can take a taxi (about 5-10 minutes) or transfer to a city bus to reach Feng Chia University.

- From Ubus Zhonggang Transfer Station, take bus 28 to the university.
- From Chaoma Station, take a taxi (about 5-10 minutes) or a city bus to the university

3. By train: Taichung Station



Please take the Western Trunk Line (Mountain Line) to Taichung Station. At the train station, exit via the [Taiwan Boulevard] exit and go to Platform D at the bus lane. Transfer to bus 5, 25, or 33, and get off at the Feng Chia University stop. For bus information, please refer to the "Taichung City Bus Real-and relevant Taichung bus apps

4. By Taiwan High Speed Rail (THSR):Taichung Station



You can take a taxi via the Zhongzhang Expressway, which takes about 25 minutes to reach Feng Chia University. Alternatively, you can use the HSR transfer service: go to Exit 6 at Taichung HSR Station, proceed to Bus Platform 12, and take Bus 160 (HSR Taichung Station - Overseas Chinese University). Get off at the Feng Chia University stop.

Or you can take the Taichung MRT Green Line from HSR Taichung Station and get off at:

- Wenxin Yinghua Station
- Wenhua Senior High School Station

Then transfer to a city bus bound for Feng Chia University or Dapeng New Community



5. Drive to conference venue



- Main Campus (Main Gate) - No. 100, Wenhua Rd., Xitun Dist., Taichung City 407, Taiwan
- Main Campus (East Gate) - No. 127, Fengda Rd., Xitun Dist., Taichung City 407, Taiwan

2026 CACS provides four partner parking lots with complimentary parking for conference guests:

1. TagGO heyifengjiaer Station(uTagGo 河邑逢甲二站)
2. 河北停車場 凱旋一街站 (飯店、民宿合作停車場)
3. Heyitingchechangfengda Station(河邑停車場逢大站)
4. Taizhong Dada Parking(台中大大停車場)



Parking Notice:

Guests with pre-registered license plates may park at any of the four partner parking lots.

Please note that Taizhong Dada Parking is available only to guests with pre-registered license plates. Guests without prior license plate registration should use one of the other three partner parking lots.

Guests without prior registration who use the other designated parking lots should register their license plate number at the Conference Service Desk before leaving to receive complimentary parking.

大會議程 Overview

Wednesday, October 21, 2026

Time	Topic	Venue
08:00~17:00	Registration	Virtuosi Hall Conference Lobby

Thursday, October 22, 2026

Time	Topic	Venue
08:00~17:00	Registration & Exhibition	Virtuosi Hall Conference Lobby
09:00~10:30	Sessions Track 1 / NSTC Poster 1	Session Rooms (Virtuosi Hall Room V002 ~ V009) / Conference Hall
10:30~11:00	Coffee & Tea Break	
11:00~11:10	Opening Ceremony	Virtuosi Hall Room V001
11:10~12:00	Keynote Speech I (Prof. Yiran Chen, Duke University, USA)	Virtuosi Hall Room V001
12:00~13:00	Lunch	
13:10~14:00	Keynote Speech II (Prof. Tsu-Chin Tsao, The University of California, Los Angeles (UCLA), USA)	Virtuosi Hall Room V001
14:00~15:30	Sessions Track 2 / NSTC Poster 2 / Best Paper 1/ Best Student Paper 1 / Sponsor Spotlight	Session Rooms (Virtuosi Hall Room V002 ~ V009) / Conference Hall
15:30~15:50	Coffee & Tea Break	
15:50~17:20	Sessions Track 3 / Best Paper 2 / Best Student Paper 2	Session Rooms (Virtuosi Hall Room V002 ~ V009)
17:20~18:20	Free Shuttle Bus Departure	
18:00~20:00	Welcome Reception (Dinner)	InSky Hotel (2F Restaurant)

Friday, October 23, 2026

Time	Topic	Venue
08:00~17:00	Registration & Exhibition	Virtuosi Hall Conference Lobby
09:00~10:00	Keynote Speech III (Prof. Hai Li, Duke University, USA)	Virtuosi Hall Room V001
10:00~10:30	Coffee & Tea Break	
10:30~12:00	Sessions Track 4 / NSTC Poster 3	Session Rooms (Virtuosi Hall Room V001 ~ V009) / Conference Hall
12:00~13:00	Lunch	

13:00~14:30	Sessions Track 5	Session Rooms (Virtuosi Hall Room V001 ~ V009)
14:30~14:50	Coffee & Tea Break	
14:50~16:05	Sessions Track 6	Session Rooms (Virtuosi Hall Room V001 ~ V009)
16:05~17:30	國科會控制學門業務報告 - 從具身智慧到自主協作：智慧機器人技術發展與台灣的關鍵機會 (林俊良 講座教授兼國研院副院長) - 國科會控制學門 114 成果報告海報頒獎 (莊家峯 講座教授) - 國科會控制學門業務報告 (莊家峯 講座教授兼控制學門召集人、杜青駿 承辦人)	Virtuosi Hall Room V001
17:30~18:20	Free Shuttle Bus Departure	
18:20~20:30	Conference Banquet	Truelove Garden Hotel (Room 9)

Saturday, October 24, 2026

Time	Topic	Venue
Full Day	One Day Tour – Sun Moon Lake	Nantou, Taiwan

大會議程一覽

Date	Time	Location (Virtuosi Hall Conference Lobby) (共善樓)			
Oct. 22 (Thu.)	08:00 - 17:00	Registration & Exhibition			
		Room V001	Room V002	Room V003	Room V004
			R-1: Advanced Control Technologies and Applications	SS-02: Agentic and Physical AI-Driven Green Energy Transformation toward Net-Zero Energy Systems	SS-08: Computational Intelligence Methods and Explainable AI for Evaluation and Distillation of AI Data Sets
			Chair: Jau-Woei Perng	Chair: Chun-Wei Huang	Chair: Chen-Chia Chuang
	09:00 - 09:15		1025	1024	1090
	09:15 - 09:30		1048	1095	1117
	09:30 - 09:45		1052	1243	1138
	09:45 - 10:00		1280	1257	1158
	10:00 - 10:15			1270	1172
	10:15 - 10:30			1010	1241
	10:30 - 11:00	Coffee & Tea Break			
	11:00 - 11:10	Opening Ceremony			
	11:10 - 12:00	Keynote Speech I Prof. Yiran Chen (Duke University, USA)			
	12:00 - 13:00	Lunch / CAC Board Meeting (Room: V003)			
	13:10 - 14:00	Keynote Speech II Prof. Tsu-Chin Tsao (The University of California, Los Angeles (UCLA, USA)			
			BC-1: Best Conference Paper Contest	BS-1: Best Student Paper Contest	SS-05-1: Intelligent Mobile Robotic Systems and Applications
					Chair: Hsu-Chih Huang
	14:00 - 14:15	Sponsor Spotlight	1036	1026	1065
	14:15 - 14:30		1092	1032	1139
	14:30 - 14:45		1152	1144	1146
	14:45 - 15:00		1203	1176	1230
	15:00 - 15:15		1235	1190	1297
	15:15 - 15:30			1205	
	15:30 - 15:50	Coffee & Tea Break			
			BC-2: Best Conference Paper Contest	BS-2: Best Student Paper Contest	SS-05-2: Intelligent Mobile Robotic Systems and Applications
					Chair: Ching-Chih Tsai
	15:50 - 16:05		1091	1217	1003
	16:05 - 16:20		1099	1221	1004
	16:20 - 16:35		1108	1222	1005
	16:35 - 16:50		1110	1254	1123
	16:50 - 17:05		1290	1275	
	17:05 - 17:20				
	17:20 - 18:00	Transportation (Free Shuttle Bus)			
	18:00 - 20:00	Welcome Reception (Dinner)			

Date	Time	Location (Virtuosi Hall Conference Lobby) (共善樓)				
Oct. 22 (Thu.)	08:00 - 17:00	Registration & Exhibition				
		Room V005	Room V006	Room V007	Room V008	Room V009
		SS-10-1: Intelligent Control and Applications	SS-11: Artificial Intelligence-Based Preclinical and Clinical Research on Alzheimer's Disease, Epileptic EEG, and Noninvasive Brain Stimulation	SS-20: Multimodal AI, Computer Vision, and Intelligent Systems for Real-World Applications	SS-33-1: Smart Robotics and Intelligent Systems Applications	SS-35: Artificial Intelligence and Multi-Modality Imaging in Precision Radiation Therapy
		Chair: Gwo-Ruey Yu	Chair: Yue-Der Lin	Chair: Sze-Teng Liong	Chair: Chiu-Hung Chen	Chair: Weir-Chiang You
	09:00 - 09:15	1072	1127	1016	1049	1155
	09:15 - 09:30	1079	1207	1077	1066	1157
	09:30 - 09:45	1094	1225	1142	1081	1199
	09:45 - 10:00	1120	1249	1185	1122	1202
	10:00 - 10:15	1209	1296	1218	1177	
	10:15 - 10:30	1210		1009		
	10:30 - 11:00	Coffee & Tea Break				
	11:00 - 11:10	Opening Ceremony				
	11:10 - 12:00	Keynote Speech I Prof. Yiran Chen (Duke University, USA)				
	12:00 - 13:00	Lunch / CAC Board Meeting (Room: V003)				
	13:10 - 14:00	Keynote Speech II Prof. Tsu-Chin Tsao (The University of California, Los Angeles (UCLA, USA)				
		SS-10-2: Intelligent Control and Applications	SS-17-1: Data-Driven Control and Learning for Autonomous Mobile Systems	SS-34: Smart Home Service Robot	SS-33-2: Smart Robotics and Intelligent Systems Applications	SS-24-1: Integrated Monitoring and Control
		Chair: Chiang-Ju Chien	Chair: Chia-Wen Chang	Chair: Hsuan-Ming Feng, Chi-Yi Tsai	Chair: Yu-Kun Lin	Chair: Yue-Shan Chang
	14:00 - 14:15	1029	1050	1104	1042	1039
	14:15 - 14:30	1191	1061	1136	1219	1134
	14:30 - 14:45	1239	1064	1264	1220	1147
	14:45 - 15:00	1242	1098	1292	1238	1182
	15:00 - 15:15	1274	1256	1293	1277	
	15:15 - 15:30		1263			
	15:30 - 15:50	Coffee & Tea Break				
		SS-13: Evolutionary Computation and Deep Learning for Autonomous Perception and Decision-Making	SS-17-2: Data-Driven Control and Learning for Autonomous Mobile Systems	SS-14: System Integration and Control / SS-22: Robust Quantum Filter and Control Design and Their Applications to Quantum Processing and Communication	SS-15: Applications of Generative Artificial Intelligence on Robotics	SS-24-2: Integrated Monitoring and Control
		Chair: Jia Guo	Chair: Hsin-Han Chiang	Chair: Fu-Cheng Wang, Bor-Sen Chen	Chair: Ching-Kun Chen	Chair: Meng-Yun Chung
	15:50 - 16:05	1119	1162	1021	1013	1017
	16:05 - 16:20	1148	1169	1031	1063	1022
	16:20 - 16:35	1186	1227	1033	1070	1076
	16:35 - 16:50	1226	1228	1067	1111	1107
	16:50 - 17:05	1288	1262	1246		1260
	17:05 - 17:20		1285	1267		
	17:20 - 18:00	Transportation (Free Shuttle Bus)				
	18:00 - 20:00	Welcome Reception (Dinner)				

Date	Time	Location (Virtuosi Hall Conference Lobby) (共善樓)			
Oct. 23 (Fri.)	08:00 - 17:00	Registration & Exhibition			
		Room V001	Room V002	Room V003	Room V004
	9:00 - 10:00	Keynote Speech III Prof. Hai Li (Duke University, USA)			
	10:00 - 10:30	Coffee & Tea Break			
		SS-12-1: AI-Driven Perception, Prediction, and Decision-Making for Autonomous Systems	SS-01: Smart System and Its Applications	SS-06: Development of Intelligent Hearing Aids and Heart Rhythm Care Devices	SS-16: Computer Vision for Intelligent Robot Applications
		Chair: Ching-Huei Huang	Chair: Sin-Ye Zhong	Chair: Cheng-Yuan Chang	Chair: Feng-Chi Lee
	10:30 - 10:45	1014	1113	1084	1047
	10:45 - 11:00	1030	1118	1093	1140
	11:00 - 11:15	1105	1204	1154	1265
	11:15 - 11:30	1133	1212	1245	1276
	11:30 - 11:45	1137	1214		1278
	11:45 - 12:00	1183			
	12:00 - 13:00	Lunch / CAC General Assembly (Room: V003)			
		R-2: Advanced Control Technologies and Applications	SS-04: Data-driven Computational Intelligence Techniques and Applications	SS-09-1: AI Based Robotics	SS-23-1: Development and Integration of Intelligent Medical Diagnosis and Rehabilitation Care Systems
		Chair: Chan-Yun Yang	Chair: I-Fang Chung	Chair: Wen-June Wang	Chair: Chih-Min Lin
	13:00 - 13:15	1071	1023	1073	1075
	13:15 - 13:30	1173	1097	1088	1125
	13:30 - 13:45	1196	1116	1184	1194
	13:45 - 14:00	1197	1166	1271	1195
	14:00 - 14:15	1261	1251	1287	1229
	14:15 - 14:30		1295		1231
	14:30 - 14:50	Coffee & Tea Break			
		SS-32: BrainSynergy: An Open-Source AI Platform for Multimodal Neuroimaging and Applications Across the Lifespan	SS-12-2: AI-Driven Perception, Prediction, and Decision-Making for Autonomous Systems	SS-09-2: AI Based Robotics	SS-23-2: Development and Integration of Intelligent Medical Diagnosis and Rehabilitation Care Systems
		Chair: Jeen-Shing Wang	Chair: Wei-Lun Lin	Chair: Wen-June Wang	Chair: Jing-Chen Hong
	14:50 - 15:05	1135	1151	1085	1074
	15:05 - 15:20	1188	1159	1129	1115
	15:20 - 15:35	1234	1192	1132	1128
	15:35 - 15:50	1248	1266	1181	1171
	15:50 - 16:05	1283	1294	1284	
		國科會控制學門業務報告			
	16:05 - 17:30	1. 從具身智能到自主協作：智慧機器人技術發展與台灣的關鍵機會 (林俊良 講座教授兼國研院副院長) 2. 國科會控制學門114成果報告海報頒獎 (莊家華 講座教授兼控制學門召集人) 3. 國科會控制學門業務報告 (莊家華 講座教授兼控制學門召集人、杜青騰 承辦人)			
	17:30 - 18:20	Transportation (Free Shuttle Bus)			
	18:20 - 20:30	Conference Banquet			

Date	Time	Location (Virtuosi Hall Conference Lobby) (共善樓)				
Oct. 23 (Fri.)	08:00 - 17:00	Registration & Exhibition				
		Room V005	Room V006	Room V007	Room V008	Room V009
	9:00 - 10:00	Keynote Speech III Prof. Hai Li (Duke University, USA)				
	10:00 - 10:30	Coffee & Tea Break				
		SS-18-1: AI-Empowered Smart Driving Technology	SS-19-1: Intelligent Control in Robotics and Energy Applications	SS-21: Robotic Manipulator Technology and Applications	SS-26: Advanced Guidance, Navigation and Control Systems for Unmanned Aircraft Systems	SS-29: Observer-Based Control Design for Mechatronic Systems
		Chair: Yen-Lin Chen	Chair: Sei Zhen Khong	Chair: Syuan-Yi Chen	Chair: Ying-Chih Lai	Chair: Ming-Yang Cheng
	10:30 - 10:45	1087	1015	1053	1143	1114
	10:45 - 11:00	1232	1040	1149	1170	1130
	11:00 - 11:15	1233	1045	1164	1198	1145
	11:15 - 11:30	1258	1020	1175	1253	1161
	11:30 - 11:45			1273	1268	
	11:45 - 12:00					
	12:00 - 13:00	Lunch / CAC General Assembly (Room: V003)				
		SS-18-2: AI-Empowered Smart Driving Technology	SS-19-2: Intelligent Control in Robotics and Energy Applications	SS-25: Adaptive and Learning Control of Intelligent Robotic Systems	SS-27: Real-Time Intelligent Systems and Control for Advanced Mechatronics	SS-31-1: Advanced Control and Analysis for Intelligent Mechatronic Systems
		Chair: Shih-Hsien Hsu	Chair: Kai-Yi Wong	Chair: Ming-Li Chiang	Chair: Nien-Tsu Hu	Chair: Shyh-Leh Chen
	13:00 - 13:15	1038	1059	1037	1054	1078
	13:15 - 13:30	1109	1101	1211	1102	1112
	13:30 - 13:45	1187	1215	1236	1106	1163
	13:45 - 14:00	1189	1269	1250	1126	1178
	14:00 - 14:15	1259	1286	1289	1206	1179
	14:15 - 14:30					1180
	14:30 - 14:50	Coffee & Tea Break				
		SS-03: Next-Generation Robotic Perception: Integrating Deep Learning and Machine Vision	SS-07: Automatic Control for Human-Robot Collaboration	SS-28: Designs and Applications of GAI based Service Robots	SS-30: Perception and Decision-Making of Intelligent Systems	SS-31-2: Advanced Control and Analysis for Intelligent Mechatronic Systems
		Chair: Yi-Zeng Hsieh	Chair: Po-Ting Lin	Chair: Tzuu-Hseng S. Li	Chair: Chen-Chien Hsu	Chair: Woraphrut Kornmaneesang
	14:50 - 15:05	1028	1012	1034	1069	1051
	15:05 - 15:20	1174	1060	1035	1131	1103
	15:20 - 15:35	1216	1062	1043	1165	1208
	15:35 - 15:50	1224	1121	1080	1168	1237
	15:50 - 16:05	1240	1213	1255	1223	1272
		國科會控制學門業務報告				
	16:05 - 17:30	1. 從具身智能到自主協作：智慧機器人技術發展與台灣的關鍵機會 (林俊良 講座教授兼國研院副院長) 2. 國科會控制學門114成果報告海報頒獎 (莊家華 講座教授兼控制學門召集人) 3. 國科會控制學門業務報告 (莊家華 講座教授兼控制學門召集人、杜青鵬 承辦人)				
	17:30 - 18:20	Transportation (Free Shuttle Bus)				
	18:20 - 20:30	Conference Banquet				

控制學門個人型計畫成果發表海報議程規劃

10/22/2026 (四) 09:00-10:30 時段						
Session		Poster 1				
評審		吳政郎、吳炳飛				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
1	09:00-09:03	莊家峯	國立中興大學電機工程學系（所）	多目標模糊系統之元進化強化學習與機器人控制	114-2221-E-005-075-MY2	39
2	09:03-09:06	莊家峯	國立中興大學電機工程學系（所）	基於影像輸入之視覺化可解釋深度模糊模型與領域自適應	114-2221-E-005-076-MY2	40
3	09:06-09:09	陳志成	逢甲大學自動控制工程學系（所）	基於頻率域注意力與小波卷積融合的深度學習網絡:軸承故障診斷新方法	114-2221-E-035-081-	41
4	09:09-09:12	白能勝	國立勤益科技大學電機工程系	融合語義SLAM及視覺關係偵測之全方位智慧輪椅系統	114-2221-E-167-025-	42
5	09:12-09:15	蔡清池	國立中興大學電機工程學系（所）	使用動態結構學習遞迴多項式模糊寬度學習神經網路之兩新型智慧自適應多變數控制器設計及其工業應用	114-2221-E-005-080-	43
6	09:15-09:18	楊憲東	國立成功大學航空太空工程學系（所）	中華文化三大圖騰的數學建模與代數運算(1/3)	114-2221-E-006-161-	44
7	09:18-09:21	方俊修	國立彰化師範大學人工智慧科技應用碩士學位學程	基於類神經網路之自適應學習演算法設計於滑模控制器、飽和函數參數與其抖動抑制	114-2221-E-018-019-	45
8	09:21-09:24	江明理	國立臺灣海洋大學電機工程學系	基於後備屏障函數於有界輸入異質性多代理人系統之分散式安全控制	114-2221-E-019-063-	46

10/22/2026 (四) 09:00-10:30 時段						
Session		Poster 1				
評審		吳政郎、吳炳飛				
海報 牆編 號	報告 時間	主 持 人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
9	09:24- 09:27	周 永 山	淡江大學學校財團 法人淡江大學電機 工程學系	取樣數據系統之數據驅動H- infinity控制器合成	114-2221-E- 032-027-	47
10	09:27- 09:30	黃 清 輝	逢甲大學自動控制 工程學系（所）	類神經演算影像定位運用於 定翼無人機GPS盲區飛行路徑 實現	114-2221-E- 035-067-	48
11	09:30- 09:33	謝 劍 書	中國文化大學電機 工程學系	基於切換式未知信號估測和 機器學習之安全通信系統研 發	114-2221-E- 034-002-	49
12	09:33- 09:36	李 迪 章	國立中山大學電機 工程學系（所）	在符號圖下多代理人系統的 收斂行為及其在社會演化中 的應用	114-2221-E- 110-062-MY3	50
13	09:36- 09:39	李 迪 章	國立中山大學電機 工程學系（所）	非線性多代理人系統的一致 性控制	112-2221-E- 110-043-MY3	51
14	09:39- 09:42	張 浚 林	亞東學校財團法人 亞東科技大學電機 工程系	改良式未知輸入觀測器設計	114-2221-E- 161-003-	52
15	09:42- 09:45	顏 錦 柱	國立勤益科技大學 電子工程系	基於類滑動模式控制的分數 階混沌系統漣波混沌抑制與 同步應用：含輸入非線性與 非匹配擾動	114-2221-E- 167-036-	53
16	09:45- 09:48	簡 江 儒	華梵學校財團法人 華梵大學智慧生活 科技學系	從收斂性、強健性及實作性 對PD型反覆學習控制器的新 探討	114-2221-E- 211-001-	54

10/22/2026 (四) 09:00-10:30 時段						
Session		Poster 1				
評審		吳政郎、吳炳飛				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
17	09:48-09:51	莫薩利	國立雲林科技大學智慧數據科學研究所	基於彈性事件觸發強化學習的多無人機四旋翼適應控制，用於在網路攻擊和外部干擾下的避障	114-2221-E-224-046-	55
18	09:51-09:54	吳建鋒	國立臺北大學電機工程學系	離散時間線性隨機平均場系統的多目標輸出回授控制	114-2221-E-305-008-	57
19	09:54-09:57	洪士程	朝陽科技大學資訊工程系（所）	模擬啟發式方法求解可重構製造系統之最佳生產規劃	114-2221-E-324-011-	58
20	09:57-10:00	古忠傑	國立高雄科技大學海事學院輪機工程系	多項式參數相依Takagi-Sugeno模糊模型之新穎模糊控制器設計技術	114-2221-E-992-100-	59
21	10:00-10:03	連長華	國立高雄科技大學海事學院輪機工程系	不確定切換時間延遲系統動態事件觸發及自我觸發控制設計法則之研究	114-2221-E-992-113-	60
22	10:03-10:06	陳智強	國立成功大學系統及船舶機電工程學系（所）	受時變輸出約束之p-正規型非線性系統狀態/輸出回授漸進/有限時間穩定化控制器設計	113-2221-E-006-145-MY2	61
23	10:06-10:09	高崇堯	國立中山大學電機工程學系（所）	強韌不穩定半徑與強穩定性之探討	113-2221-E-110-048-MY3	62
24	10:09-10:12	康斯証	國立中山大學電機工程學系（所）	負虛系統控制理論及其在複雜柔性結構中的應用	113-2222-E-110-002-MY3	63

10/22/2026 (四) 09:00-10:30 時段						
Session		Poster 2				
評審		連豐力、劉彥辰				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
25	09:00-09:03	郭重顯	國立臺灣大學機械工程學系暨研究所	具高動態平衡之雙足人形機器人開發與眼手腳協調應用(III)	114-2221-E-002-151-	64
26	09:03-09:06	郭重顯	國立臺灣大學機械工程學系暨研究所	同心管機器人研製及其雙臂自主操作	112-2221-E-002-174-MY3	65
27	09:06-09:09	包傑奇	國立臺灣師範大學電機工程學系(所)	智慧型人形機器人複雜動作規劃	114-2221-E-003-024-	66
28	09:09-09:12	陳美勇	國立臺灣師範大學機電工程學系(所)	地面群組機器人進行合作搬運與群組導航技術之研發(II)	114-2221-E-003-029-	67
29	09:12-09:15	李宜勳	國立中興大學智慧創意工程學士學位學程	泛化型具演示及指令理解能力之任務型智慧機器人之研究(II)	114-2221-E-005-079-MY2	68
30	09:15-09:18	李聯旺	國立中興大學機械工程學系(所)	模組化多功能單側下肢復健外骨骼系統開發與按需輔助控制	114-2221-E-005-081-	69
31	09:18-09:21	鄭銘揚	國立成功大學電機工程學系(所)	智慧型機器人系統應用於桌邊服務之關鍵技術研究	114-2221-E-006-175-	70
32	09:21-09:24	黃國勝	國立中山大學電機工程學系(所)	具三重空間圖卷積與變分訊息瓶頸機制之骨架動作辨識模型設計	114-2221-E-110-056-	71

10/22/2026 (四) 09:00-10:30 時段						
Session		Poster 2				
評審		連豐力、劉彥辰				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
33	09:24-09:27	江叔盈	銘傳大學電腦與通訊工程學系 (停用)	具視覺聽覺與高互動性之導盲機器狗設計	114-2221-E-130-007-	72
34	09:27-09:30	李政道	國立虎尾科技大學 自動化工程系	創新分離式自主移動機器人驅動控制架構開發與智慧語音技術整合研究-實現以語音操控創新智慧控制模組與車體自動組裝並實際進行機器人派遣與任務執行	114-2221-E-150-046-	73
35	09:30-09:33	詹竣傑	國立虎尾科技大學 資訊工程系	六軸工業機械手臂之非末端點碰撞力量及碰撞位置估測技術	114-2221-E-150-047-	74
36	09:33-09:36	王榮爵	國立虎尾科技大學 電子工程系	肌力/肌耐力增強型動力外骨骼(II)	114-2221-E-150-053-	75
37	09:36-09:39	陳文輝	國立臺北科技大學 自動化科技研究所	應用Transformer發展自動駕駛鳥瞰視角之軌跡預測模型	114-2221-E-027-103-	76
38	09:39-09:42	謝銘原	國立勤益科技大學 電機工程系	基於AI視覺及聽覺辨識之智慧寵物管家機器人系統之設計與實現	114-2221-E-167-024-	77
39	09:42-09:45	黃旭志	國立中正大學先進 工具機研究中心	智慧型六輪重載式全方位自主移動機器人之系統設計與建置	114-2221-E-194-049-MY2	78
40	09:45-09:48	張嘉文	國立宜蘭大學電機 工程學系 (所)	應用於通訊頻寬有限環境之群組機器人控制系統之設計與研究(II)	114-2221-E-197-025-	79

10/22/2026 (四) 09:00-10:30 時段						
Session		Poster 2				
評審		連豐力、劉彥辰				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
41	09:48-09:51	林群富	國立聯合大學機械工程學系	利用光譜分析於新一代磊晶晶圓缺陷偵測	114-2221-E-239-039-	80
42	09:51-09:54	郭昭霖	國立高雄科技大學海事學院海事資訊科技系	無人雙體船舶研製及其在航行控制與水文量測之應用(II)	114-2221-E-992-094-	81
43	09:54-09:57	林顯易	國立陽明交通大學電控工程研究所	以自適應反應系統開發機器人具身智慧－桌球機器人為範例	114-2221-E-A49-154-MY3	82
44	09:57-10:00	宋開泰	國立陽明交通大學電控工程研究所	基於數位學生之示範資料擴增方法及其在雙臂機器人靈巧操作任務模仿學習之應用	114-2221-E-A49-160-	83
45	10:00-10:03	洪境晨	國立陽明交通大學電控工程研究所	邁向完全沉浸式虛擬運動介面：基於Human-in-the-Loop控制與擬真VR環境的模擬器研發	114-2222-E-A49-006-	84
46	10:03-10:06	程登湖	國立陽明交通大學機械工程學系	基於人工智慧之無人機蜂群攔截系統開發	114-2223-E-A49-004-MY3	85
47	10:06-10:09	廖梨君	輔仁大學學校財團法人輔仁大學電機工程學系（所）	可自行復位之單足機器人之設計與製作	114-2635-E-030-002-	86
48	10:09-10:12	許駿飛	國立臺灣海洋大學電機工程學系	擁有前翼結構之尾立式垂直起降無人機研製	113-2221-E-019-073-MY2	87
49	10:12-10:15	黃正民	國立臺北科技大學電機工程系（所）	運用軌跡預測網路之視覺環境與行為理解感知系統	113-2221-E-027-080-MY2	88

10/22/2026 (四) 14:00-15:30 時段						
Session		Poster 3				
評審		郭重顯、黃有評				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
1	14:00-14:03	薩義德	國立臺灣師範大學 電機工程學系 (所)	可跳過障礙物並拾取和放置 敏感物體之自平衡雙臂機器 人	114-2221-E- 003-023-	89
2	14:03-14:06	許閔傑	國立臺灣師範大學 電機工程學系 (所)	基於多感知交叉專注模型於 機器人思考框架及其AI加速 晶片設計(II)	114-2221-E- 003-036-	90
3	14:06-14:09	林俊良	國立中興大學電機 工程學系(所)	精準動態體能估測與能量消 耗之自主控制系統	114-2221-E- 005-085-MY2	91
4	14:09-14:12	廖德祿	國立成功大學工程 科學系(所)	基於Paillier加密結合混淆電 路的隱私保護影像去背系統	114-2221-E- 006-171-	92
5	14:12-14:15	陳博現	國立清華大學電機 工程學系(所)	基於DNN人工智慧所驅動具 有觀測及追蹤控制引導之人 型機器人的步行及上下樓梯 設計	114-2221-E- 007-101-MY2	93
6	14:15-14:18	董必正	國立中央大學機械 工程學系	應用AI技術於玻璃通孔製程 優化與EdgeAI之實現	114-2221-E- 008-088-	94
7	14:18-14:21	練光祐	國立臺北科技大學 電機工程系(所)	超低延遲且輕量的語音辨識 深度學習模型	114-2221-E- 027-081-MY2	95
8	14:21-14:24	胡念祖	國立臺北科技大學 自動化科技研究所	具時延性之機器手臂反覆式 學習控制	114-2221-E- 027-104-	96

10/22/2026 (四) 14:00-15:30 時段						
Session		Poster 3				
評審		郭重顯、黃有評				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
9	14:24-14:27	蔡舜宏	國立中山大學電機工程學系（所）	四旋翼協作運輸及其救災任務-一個基於機器學習及控制障礙函數之群體內外防碰撞與接觸力限制下的編隊追蹤方法	114-2221-E-110-063-MY2	97
10	14:27-14:30	林義楠	明志科技大學電子工程系	基於加密的多因子身份認證之創新參數綁定：實現高安全性與可靠性	114-2221-E-131-033-	98
11	14:30-14:33	陳政宏	國立虎尾科技大學電機工程系	一個新穎的領域泛化多模態網路應用於道路上自由空間和車道線檢測	114-2221-E-150-052-	99
12	14:33-14:36	陶金旺	國立宜蘭大學電機工程學系（所）	基於模糊高斯混合模型之動物骨架自動生成設計	114-2221-E-197-024-	100
13	14:36-14:39	洪崇文	國立雲林科技大學電機工程系暨研究所	以微處理器實現的多域多階教師知識蒸餾軸承診斷	114-2221-E-224-050-	101
14	14:39-14:42	周阜毅	國立高雄科技大學電機與資訊學院電機工程系	狀態延遲系統及輸入延遲系統之低敏感性或強健性狀態觀測器的智能優化設計	114-2221-E-992-096-	102
15	14:42-14:45	林進燈	國立陽明交通大學電控工程研究所	多模態輕度認知障礙智慧模型建構與其臨床醫學診斷驗證	114-2221-E-A49-167-	103
16	14:45-14:48	謝成君	國立中正大學前瞻製造系統頂尖研究中心	基於控制點之人工智慧迭代學習循跡控制	114-2222-E-194-006-	104

17	14:48-14:51	陸敬互	國立臺灣科技大學電機工程系	基於高階資訊之邊緣裝置可跨筒倉的直接轉移學習	113-2221-E-011-094-MY2	105
10/22/2026 (四) 14:00-15:30 時段						
Session		Poster 3				
評審		郭重顯、黃有評				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
18	14:51-14:54	李佩君	國立臺灣科技大學電子工程系	應用於星載及機載之智能移動物件偵測與辨識系統設計與研製	113-2221-E-011-102-MY2	106
19	14:54-14:57	陳秋宏	逢甲大學機械與電腦輔助工程學系	建立生成式AI與演化計算合作求解流程於工業機器人與連桿機構逆運動學多重解之研究	114-2221-E-035-070-	107
20	14:57-15:00	蔡松霖	國立虎尾科技大學飛機工程系	微流體晶片與無人機系統整合於微塑膠檢驗之研究	114-2221-E-150-049-	108
21	15:00-15:03	陳瑄易	國立臺灣師範大學電機工程學系(所)	電動車微電網系統之智慧型能源控制及其商用充電場域應用	113-2628-E-003-002-MY3	109
22	15:03-15:06	王富正	國立臺灣大學機械工程學系暨研究所	混和擾動響應分解之敏感度分析與實驗驗證	114-2221-E-002-178-MY2	110
23	15:06-15:09	吳政郎	國立臺灣海洋大學電機工程學系	一類具未知非線性項的時變非線性系統的控制器設計	114-2221-E-019-056-	111
24	15:09-15:12	吳政郎	國立臺灣海洋大學電機工程學系	基於懲罰法之具狀態與輸入限制條件的離散時間非線性控制系統控制器設計：非正規情況	112-2221-E-019-076-MY3	112
25	15:12-15:15	林惠勇	國立臺北科技大學資訊工程系(所)	基於生成式 AI之機器人導航、手臂控制及人機協作技術開發	114-2221-E-027-096-MY3	113

10/22/2026 (四) 14:00-15:30 時段						
Session		Poster 4				
評審		李柏磊、柯立偉				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
26	14:00-14:03	陳永耀	國立臺灣大學電機工程學系暨研究所	多分類肝腫瘤病理切片之深度學習分類系統研發及臨床診斷輔助軟體系統設計(2/3)	114-2221-E-002-186-	114
27	14:03-14:06	李俊賢	國立臺北科技大學電機工程系(所)	應用標準差資料處理方法於以智慧型手機內建感測器為基礎之行為辨識系統研發	114-2221-E-027-101-	115
28	14:06-14:09	邱謙松	中原大學電機工程學系	具服務需求意圖判斷之年長者照護機器人系統(II)	114-2221-E-033-035-	116
29	14:09-14:12	楊佳燕	中原大學生物醫學工程學系	結合腦控與自控排程之個人化手部外骨骼復健系統設計	114-2221-E-033-036-	117
30	14:12-14:15	湯松年	中原大學資訊工程學系	針對居家心律不整檢測應用之神經網路開發與SoC-FPGA實現	114-2221-E-033-037-	118
31	14:15-14:18	陳浩瑋	高雄醫學大學附設中和紀念醫院泌尿部	使用機器學習與矽晶片技術於居家、社區及長照機構快速檢驗泌尿道感染與細菌抗藥性	114-2221-E-037-006-	119
32	14:18-14:21	李容婷	國立中山大學學士後醫學系	應用人工智慧建構急診高齡患者重症預測模型	114-2221-E-110-069-	120
33	14:21-14:24	賴香月	國立勤益科技大學電機工程系	實現臉部表情捕捉和肢體骨架睡姿辨識為基礎分類器於嬰兒猝死症(SIDS)預防照護系統之研製	114-2221-E-167-050-	121

10/22/2026 (四) 14:00-15:30 時段						
Session		Poster 4				
評審		李柏磊、柯立偉				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
34	14:24-14:27	李建德	長庚大學電機工程學系（所）	基於對抗式學習與自注意力機制之眼底鏡影像的動靜脈血管自動分析	114-2221-E-182-055-	122
35	14:27-14:30	張家宏	國立雲林科技大學電機工程系暨研究所	應用於寵物生理訊號感測之非侵入式無線雷達系統研製	114-2221-E-224-047-	123
36	14:30-14:33	郭書麟	國泰醫療財團法人國泰綜合醫院麻醉科	開發精準針對海馬迴部位之非侵入性經顱電刺激裝置並研究其在阿茲海默症的治療潛力	114-2221-E-281-001-	124
37	14:33-14:36	姚書農	國立臺北大學電機工程學系	以智慧音箱內建麥克風陣列實現跌倒偵測系統	114-2221-E-305-009-	125
38	14:36-14:39	吳炳飛	國立陽明交通大學電控工程研究所	基於遠距光體積變化描記圖之血糖異常篩檢系統	114-2221-E-A49-103-MY3	126
39	14:39-14:42	饒啟文	國立陽明交通大學生醫光電研究所	偏頭痛的精準醫療診斷：機器學習驅動的形態生物標記碎形維度分析	114-2221-E-A49-159-	127
40	14:42-14:45	楊子賢	國立成功大學生物醫學工程學系	發展人類順式調控模組辨識和機制研究模型並建立基因醫學工具以分析與疾病相關的順式調控模組變異	114-2628-E-006-007-MY3	128
41	14:45-14:48	呂成凱	國立臺灣師範大學電機工程學系（所）	用於光學同調斷層掃描之基於深度學習和聯合學習框架之視網膜積液檢測與分割技術(II)	113-2221-E-003-006-MY2	129

10/22/2026 (四) 14:00-15:30 時段						
Session		Poster 4				
評審		李柏磊、柯立偉				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
41	14:48-14:51	吳謂勝	國立成功大學電機工程學系（所）	偵測tRNA的修飾：發展演算法、創建網頁分析工具及資料庫、研究生物問題	113-2221-E-006-135-MY3	130
42	14:51-14:54	徐國鎧	國立中央大學電機工程學系	非侵入式癲癇診斷回饋系統開發與臨床實證-癲癇偵測演算法與分類策略	113-2221-E-008-066-MY3	131
43	14:54-14:57	蔡進聰	國立屏東大學電腦科學與人工智慧學系	研發穩健型物件偵測整合模型應用於醫療影像病灶的偵測與辨識	113-2221-E-153-002-MY2	132
44	14:57-15:00	李慶鴻	國立陽明交通大學電控工程研究所	研製智慧化海事監控雷達多目標偵測及追蹤系統	114-2221-E-A49-153-MY3	133
45	15:00-15:03	連豐力	國立臺灣大學電機工程學系暨研究所	自主移動機器人數位雙生系統之感測、感知和運動規劃控制	114-2221-E-002-187-	134
46	15:03-15:06	劉彥辰	國立成功大學機械工程學系（所）	觸覺回饋技術於網宇實體架構之遠端人機互動控制系統	112-2628-E-006-014-MY3	135
47	15:06-15:09	蔣欣翰	國立臺北科技大學車輛工程系（所）	具備資料驅動之自駕車安全性模型預測控制設計及測試驗證	113-2221-E-027-063-MY2	136

10/22/2026 (四) 14:00-15:30 時段						
Session		Poster 4				
評審		李柏磊、柯立偉				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
48	15:09-15:12	彭昭暉	國立陽明交通大學 電控工程研究所	行人意圖預測與語言生成模型應用於自動駕駛	113-2221-E-A49-115-MY2	137
49	15:12-15:15	陳柏全	國立臺北科技大學 車輛工程系（所）	智慧型匝道匯入決策控制與虛實整合驗證	112-2221-E-027-084-MY3	138

10/23/2026 (五) 10:30-12:00 時段						
Session		Poster 5				
評審		林俊良、李慶鴻				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
1	10:30-10:33	呂藝光	國立臺灣師範大學 電機工程學系 (所)	智慧型流域多水庫操控決策 設計與應用	114-2221-E- 003-021-MY2	139
2	10:33-10:36	許陳鑑	國立臺灣師範大學 電機工程學系 (所)	基於邊緣運算之即時異常偵 測監控系統	114-2221-E- 003-022-MY2	140
3	10:36-10:39	張朝陽	國立虎尾科技大學 資訊工程系	強化人體動作偵測機制與應 用之研究	114-2221-E- 150-048-	141
4	10:39-10:42	柯立偉	國立陽明交通大學 電控工程研究所	開發適應性個人化神經復健 生成式AI系統實用於臨床中 風復健	113-2221-E- A49-163-MY3	142
5	10:42-10:45	余國瑞	國立中正大學精緻 電能應用研究中心	基於人工智慧之太陽光電系 統強健控制與發電預測	112-2221-E- 194-028-MY3	143
6	10:45-10:48	呂有勝	國立臺灣師範大學 機電工程學系 (所)	符合IEPE規範的急動度感測 及其於平滑運動控制之應用 (II)	114-2221-E- 003-025-	144
7	10:48-10:51	吳俊緯	國立中央大學電機 工程學系	新型智能化自走車結合AI影 像辨識與數位孿生技術應用 於減緩工廠倉儲人力配置	114-2221-E- 008-087-	145
8	10:51-10:54	莊季高	國立臺灣海洋大學 通訊與導航工程學 系	離岸流檢測系統整合與開發 (1/2)	114-2221-E- 019-062-	146

10/23/2026 (五) 10:30-12:00 時段						
Session		Poster 5				
評審		林俊良、李慶鴻				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
9	10:54-10:57	張文哲	國立臺灣海洋大學輪機工程學系	在網路安全挑戰下藉由對穩定翼之區間型Type-2模糊控制提升具不確定性與隨機行為的非線性船舶橫搖穩定性	114-2221-E-019-067-	147
10	10:57-11:00	李昭賢	國立臺北科技大學電子工程系	以環狀時間敏感乙太網結合動態調適隨機線性網路編碼實踐安全網路切片軟體系統	114-2221-E-027-105-	148
11	11:00-11:03	林玉堃	逢甲大學機械與電腦輔助工程學系	智慧型超音波振動系統即時回控技術	114-2221-E-035-069-	149
12	11:03-11:06	張文陽	國立虎尾科技大學機械與電腦輔助工程系	基於觸覺補償機械手臂之視覺3D點雲曲面焊接技術	114-2221-E-150-050-	150
13	11:06-11:09	宋文財	國立勤益科技大學電機工程系	動態策略梯度方法應用於多生長茶樹視覺感知技術	114-2221-E-167-026-	151
14	11:09-11:12	陳韋達	國立雲林科技大學電子工程系暨研究所	航空影像壓縮暨階層式顯著物偵測之硬體加速控制系統設計與實現(II)	114-2221-E-224-059-	152
15	11:12-11:15	楊棧雲	國立臺北大學電機工程學系	半導體晶圓薄化製程之能源效能優化建模並以之建立數位學生	114-2221-E-305-014-	153
16	11:15-11:18	劉東官	國立高雄科技大學智慧機電學院機電工程系	結合元宇宙與數位PDCA技術設計閉環CPS智慧工廠之研究III	114-2221-E-992-098-	154
17	11:18-11:21	許益賓	中國文化大學電機工程學系	研發可商用化之具備及時指紋感測與辨識鍵盤系統	114-2222-E-034-001-	155

10/23/2026 (五) 10:30-12:00 時段						
Session		Poster 5				
評審		林俊良、李慶鴻				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
18	11:21-11:24	蘇于庭	國立聯合大學電機工程學系	多機器人系統應用於生成式物件辨識推論方法與任務排程最佳化之系統研製	114-2222-E-239-002-	156
19	11:24-11:27	傅立成	國立臺灣大學電機工程學系暨研究所	結合光學與原子力顯微技術針對大範圍高側壁之3D樣本開發前瞻複合式精密量測系統	113-2221-E-002-127-MY3	157
20	11:27-11:30	江佩如	國立成功大學系統及船舶機電工程學系（所）	以結構光重建交互反射物體技術之開發	113-2221-E-006-157-MY2	158
21	11:30-11:33	黃惟泰	國立屏東科技大學機械工程系	穩健智慧化建模技術優化金屬粉末射出成型齒列矯正器製程之多目標最佳化與預測模型建立	113-2221-E-020-016-MY2	159
22	11:33-11:36	李柏磊	國立中央大學電機工程學系	非侵入式癲癇診斷回饋系統開發與臨床實證-腦波偵測與刺激回饋裝置開發	113-2221-E-008-067-MY3	160
23	11:36-11:39	何文獻	高雄醫學大學醫務管理暨醫療資訊學系	應用注入式諧振反應肌音圖結合人工智慧方法發展肌力與肌耐力即時量測智能評估系統之研究	112-2221-E-037-004-MY3	161
24	11:39-11:42	鍾翊方	國立陽明交通大學生物醫學資訊研究所	基於深度學習技術之可解釋性藥物反應預測系統	114-2221-E-A49-151-MY2	162

10/23/2026 (五) 10:30-12:00 時段						
Session		Poster 6				
評審		莊家峯、邱謙松				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
26	10:30-10:33	李世安	淡江大學學校財團法人淡江大學電機工程學系	基於FPGA晶片設計的深度強化學習系統之加速器研究與應用	114-2221-E-032-028-	163
27	10:33-10:36	李祖聖	國立成功大學電機工程學系（所）	智慧人形機器人之研製及其於人機協作場域之應用(III)	114-2221-E-006-134-	164
28	10:36-10:39	郭秉震	國立成功大學電機工程學系（所）	多樣態機器人協作策略與動作控制系統之研發	114-2221-E-006-210-MY3	165
29	10:39-10:42	陳翔傑	國立中央大學機械工程學系	基於大型動作模型的移動式機器手臂控制：辦公室內物品傳遞與撿拾應用	114-2221-E-008-075-MY2	166
30	10:42-10:45	黃志良	國立臺灣科技大學電機工程系	以深度學習為基的視覺/慣性之同時定位與地圖生成於領導無人機之即時路徑規劃及4G網路為基的異質多無人機之群飛	114-2221-E-011-120-	167
31	10:45-10:48	顏家鈺	國立臺灣科技大學機械工程系	以能適合崎嶇地形行動之雙足機器人控制為基礎之外骨骼設計	114-2221-E-011-130-MY3	168
32	10:48-10:51	莊景歲	國立臺灣科技大學機械工程系	分散式自主地空機器人任務分配與協作(II)	114-2221-E-011-131-	169
33	10:51-10:54	張仲良	國立屏東科技大學生物機電工程系	基於多模態點雲與層級強化學習的空地協作機器人密瓜養護研究	114-2221-E-020-020-	170
34	10:54-10:57	王銀添	淡江大學學校財團法人淡江大學人工智慧學系	基於大型模型之持續強化學習及其在機器人動作學習之應用	114-2221-E-032-026-	171

10/23/2026 (五) 10:30-12:00 時段						
Session		Poster 6				
評審		莊家峯、邱謙松				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
35	10:57-11:00	劉智誠	淡江大學學校財團法人淡江大學電機工程學系	體現動畫角色之人形機器人的軟硬體系統開發與動作生成(II)	114-2221-E-032-035-	172
36	11:00-11:03	翁愷貽	國立中山大學電機工程學系（所）	多機器人視覺同步定位與地圖建構與環境物件語意建置	113-2221-E-110-050-MY2	173
37	11:03-11:06	蔣惟丞	國立中正大學電機工程學系	深度模型學習之經驗重現結合深度強化學習於智慧機器人	113-2221-E-194-044-MY2	174
38	11:06-11:09	蕭得聖	國立陽明交通大學電控工程研究所	適用於輔助各項下肢運動之輕量型外骨骼機器人	113-2221-E-A49-122-MY2	175
39	11:09-11:12	魏榮宗	國立臺灣科技大學電子工程系	數位孿生人工智慧再生能源發電與負載預測及其用電成本最佳化調度技術研究	114-2221-E-011-108-	176
40	11:12-11:15	何明宇	國立成功大學工程科學系（所）	無人自行車之軌跡追蹤與多重感測器導航	114-2221-E-006-174-	177
41	11:15-11:18	王文俊	國立中央大學電機工程學系	居家環境之智慧型無人自走車功能建置	114-2221-E-008-085-MY2	178
42	11:18-11:21	林苑婷	國立中央大學機械工程學系	智慧型輪椅輔助動力系統(II)	114-2221-E-008-089-	179
43	11:21-11:24	林明義	元智大學資訊工程學系（所）	iPABan robot-實現AR虛實整合沉浸式體驗之幼童伴讀互動式學習機器人	114-2221-E-155-039-	180

10/23/2026 (五) 10:30-12:00 時段						
Session		Poster 6				
評審		莊家峯、邱謙松				
海報牆編號	報告時間	主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁數
44	11:24-11:27	黃正自	中國文化大學機械工程學系	結合類神經觀測器之多無人機吊載運輸控制設計	114-2221-E-034-003-	181
45	11:27-11:30	張欣宏	中原大學電機工程學系	基於解耦合之快速適應性永磁馬達強健控制研究	114-2221-E-033-038-	182
46	11:30-11:33	彭守道	南臺學校財團法人南臺科技大學機械工程系暨研究所	基於輪胎/地面摩擦鑑別與即時提升李亞普諾夫導數負定性之一類車輛主動式安全控制律強化方案	114-2221-E-218-016-	183
47	11:33-11:36	陳斌勇	國立屏東科技大學車輛工程系	多模態感測器數據融合技術應用於道路標線品質即時檢測	114-2222-E-020-001-	184
48	11:36-11:39	胡家勝	國立臺南大學綠色能源科技學系(所)	次世代電動載具動力總成核心差速器技術開發	113-2221-E-024-003-MY2	185
49	11:39-11:42	林正堅	國立勤益科技大學資訊工程系	智慧型無人機與無人地面載具協作於社區監控應用	113-2221-E-167-028-MY2	187
50	11:42-11:45	林昱成	逢甲大學自動控制工程學系(所)	結合數位學生實現具全域觀之自駕車認知決策與控制系統	112-2628-E-035-001-MY3	188

控制學門整合型計畫成果發表特別議程(Special Session)規劃

特別議程 (SS)	議程時間/ 地點	總 主 持 人	子計畫 主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁 數
SS-32: BrainSynergy: An Open- Source AI Platform for Multimodal Neuroimaging and Applications Across the Lifespan	10/23/2026 FRI 14:50– 16:05 at Room V001	王振興	總計畫名稱：BrainSynergy 智能跨域整合研究計畫				
			王振興	國立成功 大學電機 工程學系 (所)	總計畫暨子計畫一： 全開源新生兒至成人 MRI 腦區影像智慧分 析平台開發與 AI 預 測模型建構	114- 2221-E- 006-186-	189
			賴佩君	國立成功 大學醫學 院附設醫 院	子計畫二：深度學習 整合腦部影像、生物 標記及臨床指標之多 模態分析，建構新生 兒缺氧缺血性腦病變 神經發展預後預測系 統	114- 2221-E- 006-187-	191
			孫苑庭	國立成功 大學醫學 系神經科	子計畫三：腦部小血 管疾病之精準醫療與 照護模式	114- 2221-E- 006-188-	192
			呂宗樺	國立成功 大學醫學 院附設醫 院	子計畫四：睡眠腦生 理病理模型與人因照 明系統的臨床應用： 從亞健康到疾病	114- 2221-E- 006-189-	193
			楊雅婷	國立成功 大學教育 研究所	子計畫五：基於腦影 像分析與認知模型建 構的注意力調控與創 造思考之大腦開發課 程：從一般生到資優 生的實證研究	114- 2221-E- 006-190-	194

特別議程 (SS)	議程時間/ 地點	總 主 持 人	子計畫 主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁 數
SS-11: Artificial Intelligence- Based Preclinical and Clinical Research on Alzheimer's Disease, Epileptic EEG, and Noninvasive Brain Stimulation	10/22/2026 Thu 09:00– 10:30 at Room V006	李柏磊	總計畫名稱：基於人工智慧腦電波之阿茲海默偵測與 穿顱電刺激療法的前臨床研究				
			李柏磊	國立中央 大學電機 工程學系	總計畫暨子計畫一： 基於人工智慧的失智 症人腦與阿茲海默鼠 腦之腦波偵測模型研 究	114- 2221-E- 008-094- MY3	195
			徐國鎧	國立中央 大學電機 工程學系	子計畫二：人工智慧 時域干涉穿顱交流電 刺激系統研發及鼠腦 刺激效果評估	114- 2221-E- 008-095- MY3	196
			曾嘉儀	中原大學 生物醫學 工程學系	計畫三：穿顱交流電 流刺激對阿茲海默症 大鼠模型及其行為效 果評估	114- 2221-E- 033-039- MY3	197
SS-24-1: Integrated Monitoring and Control	10/22/2026 Thu 14:00– 15:30 at Room V009	黃有評	總計畫名稱：全方位海上箱網智慧養殖系統之 設計與建置				
			林郁修	國立臺北 科技大學 自動化科 技研究所	子計畫四：基於分散 式、邊雲智慧協作之 海上箱網養殖系統電 力設備狀態監測及預 防性維護技術平台	114- 2221-E- 027-114-	198
			黃有評	國立臺北 科技大學 電機工程 系（所）	總計畫暨子計畫一： 以模型化系統工程架 構設計與建置智慧型 箱網養殖系統	114- 2221-E- 027-128-	199
			張玉山	國立臺北 大學資訊 工程學系	子計畫二：以 UIOT 探測淺海海洋資訊及 建構時空 Transformer-based 深 度學習預測模型	114- 2221-E- 305-010-	200

特別議程 (SS)	議程時間/ 地點	總 主 持 人	子計畫 主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁 數
SS-23-1: Development and Integration of Intelligent Medical Diagnosis and Rehabilitation Care Systems	10/23/2026 FRI 13:00– 14:30 at Room V004	林志民	總計畫名稱：智慧型醫療診斷與復健照護系統開發及整合系統應用				
			林志民	元智大學 電機工程 學系 (所)	總計畫暨子計畫一： 深度神經網路於醫學 影像分割及醫療診斷 模型開發及應用(II)	114- 2221-E- 155-041-	201
			林承鴻	國立臺灣 師範大學 電機工程 學系 (所)	子計畫三：眼底光學 同調斷層對於玻璃體 黃斑部介面異常疾病 之人工智慧判讀(II)	114- 2221-E- 003-037-	202
			王緒翔	元智大學 電機工程 學系 (所)	子計畫四：基於多通 道聲學訊號之多模態 病理噪音偵測與應用 (II)	114- 2221-E- 155-042-	203
			黃郁惠	國立中央 大學電機 工程學系	子計畫六：基於純視 覺之個人化反饋 VR 復健系統應用(II)	114- 2221-E- 008-106-	204
			鄭穎仁	元智大學 電機工程 學系 (所)	子計畫八：病患及老 人陪伴監護 AI 機器 人開發(II)	114- 2221-E- 155-043-	205

特別議程 (SS)	議程時間/ 地點	總 主 持 人	子計畫 主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁 數
SS-08: Computational Intelligence Methods and Explainable AI for Evaluation and Distillation of AI Data Sets	10/22/2026 Thu 09:00– 10:30 at Room V004	蘇順豐	總計畫名稱：智慧型計算及可解釋型 AI 運用於 AI 資料集之評估與萃取研究				
			蘇順豐	國立臺灣 科技大學 電機工程 系	總計畫暨子計畫一： 跨領域及零樣本學習 架構下之可解釋學習 及應用研究(II)	114- 2221-E- 011-132-	206
			鄭錦聰	國立虎尾 科技大學 資訊工程 系	子計畫二：智慧型系 統之計算智慧符號分 群方法的開發與在 AI 資料集之改善的 研究(II)	114- 2221-E- 150-054-	207
			莊鎮嘉	國立宜蘭 大學電機 工程學系 (所)	子計畫三：智慧型計 算於不同型態資料含 離異點之研究(II)	114- 2221-E- 197-020-	208
SS-34: Smart Home Service Robot	10/22/2026 Thu 14:00– 15:30 at Room V007	翁慶昌	總計畫名稱：基於多模態感知和生成式人工智慧的 智慧居家機器人				
			翁慶昌	淡江大學 學校財團 法人淡江 大學電機 工程學系	總計畫暨子計畫一： 智慧居家機器人的機 器人導航與運動規劃 (1/2)	114- 2221-E- 032-031-	209
			馮玄明	國立金門 大學資訊 工程學系	子計畫二：智慧居家 機器人的自然語言處 理與任務規劃	114- 2221-E- 507-004- MY2	210
			蔡奇謚	國立高雄 科技大學 電機與資 訊學院電 機工程系	子計畫三：智慧居家 機器人的多模態物件 分割與姿態估測	114- 2221-E- 992-117- MY2	211

特別議程 (SS)	議程時間/ 地點	總 主 持 人	子計畫 主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁 數
SS-06: Development of Intelligent Hearing Aids and Heart Rhythm Care Devices	10/23/2026 Thu 10:30– 12:00 at Room V003	張政元	總計畫名稱：智慧型聽力輔助與心律照護裝置開發				
			張政元	中原大學 電機工程 學系	總計畫暨子計畫一： 整合智慧型輔聽器與 降噪功能的耳機設計	113- 2221-E- 033-037- MY2	212
			廖裕評	中原大學 電機工程 學系	子計畫二：基於 AI 邊緣運算技術的聲音 場景分類與毫米波雷 達分析應用於輔聽器 之研究	113- 2221-E- 033-038- MY2	213
			馬立山	中原大學 電機工程 學系	子計畫三：運用 AI 結合文字視覺與語音 產生器之聽覺障礙溝 通輔具設計	113- 2221-E- 033-039- MY2	214
			蔡正倫	中原大學 生物醫學 工程學系	子計畫四：具心律監 測功能的聽力輔助耳 機(2/2)	114- 2221-E- 033-002-	215
SS-35: Artificial Intelligence and Multi- Modality Imaging in Precision Radiation Therapy	10/22/2026 Thu 9:00– 10:30 at Room V009	吳育德	總計畫名稱：利用聯邦式深度學習方法架構多醫學中心、跨平台骨盆腔癌症放射治療規劃智慧輔助系統與臨床場域驗證				
			楊凱琳	新光醫療 財團法人 新光吳火 獅紀念醫 院腫瘤治 療科	子計畫三：結合語意 與影像之深度學習在 自動規劃攝護腺癌放 射治療靶區的應用	113- 2221-E- 341-003- MY3	216

特別議程 (SS)	議程時間/ 地點	總 主 持 人	子計畫 主持人	學校系所	計畫名稱	計畫編號	頁 數
SS-35: Artificial Intelligence and Multi- Modality Imaging in Precision Radiation Therapy	10/22/2026 Thu 9:00– 10:30 at Room V009		吳育德	國立陽明 交通大學 生醫光電 研究所	總計畫暨子計畫二： 輔助臨床子宮頸癌與 攝護腺癌放射治療圈 註結合語意監督與電 腦斷層影像之多模態 聯邦學習模型	113- 2221-E- A49-131- MY3	217
			游惟強	國立中興 大學學士 後醫學系	子計畫一：應用深度 學習於自動勾畫子宮 頸癌骨盆腔淋巴區域 輔助放射治療計畫	113- 2221-E- 005-087- MY3	218

控制學門個人型計畫成果發表摘要集

多目標模糊系統之元進化強化學習與機器人控制

主持人：莊家峯

執行機構：國立中興大學電機工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-005-075-MY2

在數據驅動人工智慧時代，如何讓機器經由快速的自我學習來完成新的相關特定任務，已是一熱門研究主題。這其中關係到兩個課題，一個是以何種模型來編碼學習的技巧，另一個是如何快速的學習。針對這兩個課題，本計畫以語言化可解釋模糊系統為對象，提出多目標強化學習法，並用於自主行動機器人的控制。計畫提出了基於多目標強化學習之數據驅動可解釋模糊系統。此法除了提高模糊系統的學習表現外，亦考慮模糊系統的可解釋性。為加強模糊系統的可解釋性，計畫考慮了每條規則法則數與模糊集合數的精簡以降低模型複雜度。此外，計畫也考慮模糊集合的分布，以提高語意的可解釋性。計畫目前採用強化學習核心結構為基於軟性行為-評論者(Soft Actor-Critic, SAC) 演算法。行為者採用零階模糊系統，以提高模糊規則可解釋性。此模糊行為者具備架構學習，模糊規則數由零開始，在學習過程中自動產生。評論網路有二，均採用由多層感知器來實現。所提方法已應用於機器人的沿牆走強化學習上。利用雷射測距儀，多目標學習包含沿牆固定距離與快速移動兩個目標。計畫搭配機器人模擬軟體，已成功完成機器人的沿牆走強化學習。

基於影像輸入之視覺化可解釋深度模糊模型與領域自適應

主持人：莊家峯

執行機構：國立中興大學電機工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-005-076-MY2

建立可信任 AI 已成為 AI 實際部署於智慧系統上一個重要的考量。為達可信任 AI 的要求，其中一個重要因素便是 AI 模型的可解釋性。針對這個議題，本計畫提出視覺化可解釋深度模糊神經網路 (visually interpretable deep fuzzy neural network, VIFNN)，並將此模型應用於基於影像輸入的分類問題。第一年本計畫已提出視覺化可解釋深度模糊模型並用於腎絲球影像分類問題。此模型以深度可分離式卷積網路為骨幹，以用來擷取特徵參數圖，之後以注意力強化模糊模型進行分類推論。此注意力模組決定了多維模糊集合的寬度，亦即可根據輸入影像決定每個特徵圖的重要性。此模型由視覺化模糊法則所構成。亦即此模型的設計除了考慮模型大小與精確度表現外，也考慮到了後續模型的可解釋性。VIFNN 包含架構學習與參數學習。模糊規則數由零開始，採用快速的單遍學習，依據輸入影像特徵圖的分布自動產生模糊規則。參數學習採用 ADAM 演算法。結果已用於五類腎絲球分類，包含正常、腎絲球硬化、細胞增生、腎絲球硬化合併細胞增生以及其他不屬於上述類別的腎絲球。結果顯示所提 VIFNN 優於所比較的深度學習網路。

基於頻率域注意力與小波卷積融合的深度學習網絡：軸承故障診斷新方 法

主持人： 陳志成

執行機構： 逢甲大學自動控制工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-035-081

現今工業中對於旋轉機械在複雜工況運轉下，難以有效在強噪聲背景中偵測到故障特徵，這類棘手難題存在多種型態，以現有的傳統卷積神經網絡（CNN）因受限於局部感受野，在處理非平穩振動訊號時，始終難以有效捕捉長距離的時頻依賴關係。針對此一技術瓶頸，本研究提出了一種創新架構：利用連續小波轉換（Continuous Wavelet Transform, CWT）將振動訊號轉化為時頻圖像，並導入視覺轉換器（Vision Transformer, ViT）作為核心特徵提取器。有別於傳統方法機械式地處理訊號，本研究利用 CWT 將一維振動數據轉化為二維時頻圖（Scalogram），使其具備視覺化特徵。於此基礎上，採用 ViT 架構特有的 Patch Embedding 技術，將時頻圖切分為細緻的圖像塊，並透過多頭自注意力機制（Multi-Head Self-Attention），使模型能彷彿具備專家視角般，在全域頻譜中自動鎖定具鑑別力的故障紋理，同時有效抑制背景噪聲。為驗證此方法在實際應用中的穩健性，實驗設計涵蓋了 CWRU、UCONN 及 XJTU-SY 等多樣化數據集。實驗結果顯示，本研究提出的輕量化 ViT 模型具有高度的彈性與適應性：在 CWRU 基準測試中達到 99.98% 準確率；在複雜的 UCONN 齒輪箱 9 分類任務中達到 100% 準確率；即便在 XJTU-SY 的高負載全壽命測試中，亦能以極致精簡的參數（Feature Dimension 僅 88）實現 100% 的完美診斷。這證實了將訊號處理與電腦視覺技術（CWT-ViT）跨域融合，不僅能提升診斷精準度，其精簡的架構更具備未來部署於邊緣運算裝置的潛力。關鍵詞：軸承故障診斷、連續小波轉換（CWT）、Vision Transformer（ViT）、自注意力機制、深度學習

融合語義 SLAM 及視覺關係偵測之全方位智慧輪椅系統

主持人： 白能勝

執行機構： 國立勤益科技大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-167-025

本計畫延續實驗室智慧輪椅系統之研發，針對視障者及肢體無力長者在移動上的困難，提出一套具語意理解能力的智慧輪椅方案，以減輕高齡社會中照護人力不足的壓力。透過導入語義技術輔助使用者自主移動，降低對照護人員的依賴。本系統整合語義建圖(Semantic SLAM)、路徑規劃與導航(TEB)以及視覺關係偵測(RelTR)三大模組。系統使用 RGB-D 相機擷取影像與深度資訊，並建構含語意標籤的三維地圖；同時透過 TEB 進行動態避障與路徑生成，提升複雜環境下的導航能力。此外，系統能辨識場景中物體間的語意關係，並透過語音回饋提示使用者，強化其環境理解。最終，本計畫成功將系統整合至實體輪椅平台，於室內環境完成建圖、避障與語意提示等功能，證實其具備穩定性與實用性，有助於提升使用者自主行動能力並減輕照護負擔。

使用動態結構學習遞迴多項式模糊寬度學習神經網路之兩新型智慧自適應多變數控制器設計及其工業應用

主持人： 蔡清池

執行機構： 國立中興大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-005-080

本報告彙整國科會計畫「使用動態結構學習遞迴多項式模糊寬度學習神經網路之兩新型智慧自適應多變數控制器設計及其工業應用」之研究成果，共提出四項貢獻。第一，針對全向自主移動機器人之軌跡追蹤，發展以正值多項式模糊寬度學習系統為基礎之適應性非線性 PID (PPFBLS-ANPID) 控制器；藉由模糊座標轉換將所有變數映射至正值區域，於圓形轉方形之混合軌跡模擬中，相較於傳統 PID、ORFBLS-APPID 與 ORFNLSTM-BLS-APPID 控制器，航向誤差降低 38.43%，軌跡追蹤精度最高提升 12.06%。第二，將此架構推廣至多輸入多輸出受控系統，提出遞迴式正值多項式模糊堆疊寬度學習系統 (RPPFSBLS) 鑑別器，並以其 Jacobian 驅動閉合形式之適應性 MIMO PID 控制律；透過複合 Lyapunov 分析證明鑑別器收斂性與閉迴路穩定性，並以雙槽液位流量系統與四區塑膠押出機筒之消融實驗驗證各架構元件之貢獻。第三，提出具橢圓歸屬函數之區間第三型模糊寬度學習系統 (IT3FBLS)，並作為適應性模型預測控制器 (IT3FBLS-AMPC) 之預測模型，應用於半導體真空加熱爐，經模擬與實驗驗證其有效性。第四，結合 IT3-FBLS 鑑別器與適應性預測 PID 控制律，建構適用於非線性數位時延系統之 IT3-FBLS-APPID 控制器，以三項定理保證其收斂性與穩定性，並於同一真空加熱爐平台完成實驗驗證。眾多性能對比模擬與實際實驗結果驗證以上四項技術的有效性，技術優點與可用性。綜合而言，上述方法無需受控系統之先驗模型，可於每一取樣時刻更新所有控制器參數並具可證明之收斂條件，且運算速度足以支援即時嵌入式控制器之實現。

中華文化三大圖騰的數學建模與代數運算(1/3)

主持人： 楊憲東

執行機構： 國立成功大學航空太空工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006-161-

太極陰陽圖、五行生剋圖與易經八卦圖是總結五千年中華文化的圖形摘要，也是儒家思想與道家思想的共同根源。然而由於缺少數學的表達，這三個圖以及它們所代表的文化思想長久以來被侷限在哲學、宗教與玄學的領域中。本三年期的計畫是要揭開這三個圖騰的神秘宗教面紗，為它們建立嚴謹的數學模型，並以代數運算呈現三大圖騰的科學意義。本報告是第一年度計畫的進度報告，內容是針對太極陰陽圖的研究成果整理。在第一年度的計畫中，我們先根據波爾的互補性原理，給出了互補對偶(complementary pair)的一般性數學定義，並建立了互補對偶與道家陰陽對偶之間的對等關係。我們發現自然界中的每個互補對偶都有它們對應的太極圖，而陰陽太極圖正是所有自然界太極圖的原型，它們有著相同的形成機制。接著我們運用陰陽太極圖的形成機制建立自然界中各種互補對偶所對應的太極圖。這些包含波-粒對偶所對應的光子雙路徑干涉太極圖，實-虛對偶所對應的量子穿隧太極圖，位置-動量對偶所對應的簡諧運動太極圖，晝-夜對偶所對應的晝夜太極圖，光-影對偶所對應的光影太極圖，等等。太極圖儲存了互補對偶的動態變化訊息，自然界中的每一互補對偶都有自己獨一無二的太極圖，以作為識別彼此的圖標(Tai Chi icon)。

基於類神經網路之自適應學習演算法設計於滑模控制器、飽和函數參數 與其抖動抑制

主持人： 方俊修

執行機構： 國立彰化師範大學人工智慧科技應用碩士學位學程

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-018-019

當控制系統受到擾動影響時，滑模控制是被用於消除擾動的常見控制策略之一，其原因是滑模控制器對於受擾動的控制系統是具有強健性的，尤其是對於具有匹配的特性的擾動。理想的滑模控制是藉由一不連續的切換函數，來消除擾動帶來得不良影響，但其缺點是控制輸入會有高頻率的切換，導致理想滑模控制器難以被實現。因此，為了使滑模控制可被實現，利用飽含函數取代不連續的切換函數是克服高頻率切換缺點的方法之一。滑模控制中飽和函數的採用，雖然可有效的降低高頻率的控制器抖動現象，但也會使滑模控制器的性能受到影響，尤其是飽和函數中飽和參數的選擇，往往是需要透過實驗或經驗法則來設計。綜合上述，本計畫提出一基於類神經網路架構之自適應學習演算法，用於飽和函數中的待設計的未知飽和參數估測，並能盡可能地逼近理想的滑模控制器性能。當擾動有變化時，提出的演算法能有要的估測一飽和參數適應值，有效降低抖動現象。飽和參數的上下限，亦被設計於所提出的自適應學習演算法中。

基於後備屏障函數於有界輸入異質性多代理人系統之分散式安全控制

主持人： 江明理

執行機構： 國立臺灣大學生物機電工程系、國立臺灣海洋大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-019-063-

本研究主要討論基於控制障礙函數 (CBF) 設計的具有有界輸入約束的線性多代理人系統 (MAS) 之軌跡追蹤控制和避障問題。我們根據所推導的分析和條件，明確歸納出輸入約束多代理人系統中領導者追蹤表現與跟隨者控制自由度之間的死鎖狀況(Deadlock)，並提出了一種均勻時變的 CBF 來應對狀態約束。此外，本研究也檢視了領導者和跟隨者代理人控制自由度之間的權衡。最後，我們提供多個範例與模擬比較結果，以說明虛擬領導者的激勵對跟隨者群體的影響，並驗證了我們設計的有效性。本研究的特色在於我們提出的上述問題之創新設計方法，給予提供約束滿足的保守性量化傳換控制器設計中函數選擇的條件，並且對於整體閉迴路系統提出具有理論分析與系統可行性之證明，而非僅有數值結果。

取樣數據系統之數據驅動 H-infinity 控制器合成

主持人：周永山

執行機構：淡江大學電機與電腦工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

科技部計畫編號：NSTC 114-2221-E-032-027

本計畫研究從所蒐集受雜訊污染的響應數據直接設計動態輸出回授控制器，目標使系統能漸進追蹤步階訊號並抑制雜訊的干擾。由於系統的輸出會受到過去數筆雜訊的動態影響。本計畫將其統包視為一個等價雜訊，定義受控系統過去輸出及輸入作為狀態，採用積分控制架構，引入權重函數(俾利迴路整形)，並設計權重 H-infinity 數據驅動控制器求解此問題。本計畫採用參數相依李奧普諾夫函數，並且善用權重已知的事前知識，提出較不保守的數據驅動控制設計條件。最後，透過馬達定位控制案例的研究，進行數據驅動控制設計，建置軟/硬體平台，成功地驗證了所提設計方法的效能及應用價值。

類神經演算影像定位運用於定翼無人機 GPS 盲區飛行路徑實現

主持人：黃清輝

執行機構：逢甲大學自動控制工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-035-067

本研究針對衛星導航訊號遮蔽或干擾之無衛星訊號（GPS-Denied）環境，提出一套結合類神經網路視覺定位、IMU 姿態補償、區域動態搜尋與航跡偏差導航之整合型無人機視覺慣性導航架構。系統利用預先建立之高解析度空拍俯視圖與圖資資料庫融合訓練，於地面站採用 SuperPoint 深度特徵提取與 LightGlue 適應性特徵匹配演算法，並搭配 RANSAC 射影變換矩陣估算(RANSAC Homography Estimation) 以實現即時 2D 全域座標影像定位路徑導航顯示運用。

針對定翼機等高動態飛行器易因姿態傾角及運動模糊導致視覺匹配中斷之挑戰，本計畫導入三階段優化策略與雙軸雲台姿態補償機制，並結合 IMU 航向角航向推算（Dead Reckoning）進行短暫視覺失效之動態補償。實驗與實測成效顯示：(1)引入預設飛行路徑約束之區域搜尋（Local Search）策略後，有效排除重複性地貌干擾，單張影像處理時間縮短 31.1%至 1.0601 秒；(2)結合圖磚旋轉擴充（30°增量）與 LightGlue 動態剪枝優化後，平均跨軌誤差（Mean Cross-Track Error, MCTE）由 0.1938 m 降低至 0.1357 m，視覺匹配成功率提升至 75%；(3)在 IMU 閉迴路姿態補償與短暫航向推算輔助下，定位有效可用率大幅提升至 90%，航向偏差成功控制於 $\pm 5^\circ$ 以內，且動態模擬飛行路徑追蹤之總體平均定位誤差達到 13.41 cm（或地標定點 9.58 cm 高精度）。

基於切換式未知信號估測和機器學習之安全通信系統研發

主持人： 謝劍書

執行機構： 中國文化大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-034-002

本計畫延伸 111~113 年度研究成果，研究重點在於設計出較傳統設計更具有優勢的加密方法及其相對應的簡易解密方法，研究成果可適用於一般混沌及具時間延遲回授控制之新型超混沌加密系統。在 114 年度計畫裏，我們捨棄了單一混沌加密所採用的固定訊息傳送模式，改採更具系統性之動態切換式訊息傳送模式，以期產生一個等效的新型態切換式混沌加密系統設計。在學理研究問題上，此一計畫內容涵蓋了更廣泛的具未知信號非線性系統的線性化技巧及更有效率的未知信號估測技術。本計畫之研究議題包含(1)降階未知信號觀測器設計、(2)混沌多通道訊息傳送與接收系統研發和(3)基於機器學習之最佳切換模式偵測技術研發。計畫之研究成果如下：(1)提出泛用型降階未知信號觀測器設計技術、(2)提出基於漢米爾頓形式之異質多通道加解密系統設計、(3)提出基於漢米爾頓形式之同質多通道加解密系統設計和(4)提出基於機器學習之自動切換訊號偵測技術。

在符號圖下多代理人系統的收斂行為及其在社會演化中的應用

主持人： 李迪章

執行機構： 國立中山大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 117 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-110-062-MY3

本計畫分三年研究在符號圖下多代理人系統的收斂行為及其在社會演化中的應用的相關問題。聚焦在具備合作與對抗互動的符號圖網路下，系統收斂至平衡點的充分條件、Consensus 與 Bipartite Consensus(代理人達到兩種不同的狀態，分別對應兩個陣營)，以及非連通拓撲與非線性「固執點」對動力學行為的干擾。在分析方法上，針對線性系統多採用矩陣理論，而對於非線性系統，則透過建立弱 Lyapunov 函數，並結合 LaSalle 不變原理與 Barbalat 引理來論證系統的吸引力。針對傳統文獻中要求時變拓撲必須維持「同步結構平衡（或不平衡）」之嚴苛假設，本計畫引入更具一般性的弱化假設，以建構更符合實際動態網路的收斂性分析框架。目前（第一年）探討了在由符號圖（signed graphs）定義的合作與對抗社交網路中，非線性極化意見動力學（nonlinear polar opinion dynamics）的兩種收斂行為，並提出了一個穩定性框架，旨在處理潛在極限行為的存在性及其收斂特性。這包含對（意見）感應函數（susceptibility functions）正定性的分析。也對收斂行為相關的吸引域（domains of attraction）進行了刻畫。

非線性多代理人系統的一致性控制

主持人： 李廸章

執行機構： 國立中山大學電機工程系

執行期間： 民國 112 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC112-2221-E-110-043-MY3

本計畫旨在深化先進穩定性理論，並發展嚴格李雅普諾夫函數（strict Lyapunov functions）的相關技術，以解決共識問題（consensus problem）與協同輸出調節問題（cooperative output regulation problem）。具體而言，我們針對廣義聯合連通圖（generalized jointly connected graphs）下的連續時間、離散時間及混合型非線性多智能體系統，設計分散式輸出回授控制器。在第三年，我們研究一類具有週期性跳躍（periodic jumps）的混合線性多智能體系統，在符號有向圖（signed digraph）上的區間共識問題（interval consensus problem），且不預先假設特定的連通性條件。藉由引入獨立強連通分量（independent strongly connected components）的概念，我們對網路中的群集（clusters）給出了清楚的刻畫，並明確描述系統軌跡的共識行為。

改良式未知輸入觀測器設計

主持人：張浚林

執行機構：亞東科技大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-161-003

針對多輸入多輸出線性系統，本專題研究計畫提出狀態與未知輸入估測的設計方法。與傳統的方法相比較的話，所提出的方法具有較少的限制條件且可以實現在非最小相位的系統(針對系統輸出與未知輸入來看)上面，我們沒有使用任何的轉換矩陣並且不需要系統輸出的微分量，所提出的方法可以保證系統狀態的估測誤差被侷限在一個小區域內，目前專題計畫所提出的方法只能使用在相對級數等於一的系統，未來將進一步實現在高相對級數且非最小相位的系統上面。我們最後利用一個例子，將提出的方法與目前常見的擴張狀態觀測器(extended state observer)的方法做比較，可以發現我們的方法具有優越性，且不管在系統的狀態或是未知輸入上面，所得到的估測效果都優於擴張狀態觀測器的響應。

基於類滑動模式控制的分數階混沌系統漣波混沌抑制與同步應用：含輸入非線性與非匹配擾動

主持人： 顏錦柱

執行機構： 國立勤益科技大學電子工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-167-036

本計畫探討分數階混沌系統之類滑動模式控制設計方法及其應用。研究中創新提出結合類滑動模式之漣波式控制器設計架構，僅使用單一控制輸入並透過單一狀態驅動，以漣波傳遞方式逐步影響其他狀態方程之動態響應，有效降低控制輸入維度與系統複雜度，同時減少通訊安全應用中之資料傳輸量，提升資訊安全性與實務應用效率。在控制設計上，將傳統滑動模式控制之不連續符號函數改以連續函數取代，以消除或抑制高頻切換所造成之抖振（chattering）現象，相關理論推導與模擬結果均驗證所提方法之可行性。本研究針對具輸入非線性與非匹配外部擾動之相稱與非相稱分數階混沌系統，完成混沌抑制與同步控制器設計，並進一步延伸至通訊安全應用中之強健同步亂數產生器設計與實現。本年度主要技術成果包括：(1)具非匹配擾動之相稱分數階 Lorenz-type 系統混沌抑制；(2)相稱系統之同步控制設計；(3)非相稱分數階 Lorenz-type 系統之混沌抑制與同步控制；(4)基於分數階混沌系統之亂數產生器設計與效能分析；(5)強健同步式亂數產生器之實現。計畫執行期間已達成預期目標，並展現良好學術與應用價值。研究成果已整理並發表於國際期刊 Transactions of the Institute of Measurement and Control, 2026, 48(10):2176–2183。此外，本計畫指導學生參與競賽與研討會並獲佳績，包括：(1)劉醇良於第 20 屆智慧生活科技研討會榮獲論文佳作；(2)黃國敬與陳宇頡於第 21 屆數位訊號 處理創思設計競賽獲國際組佳作。綜上所述，本計畫已於學術發表、人才培育方面達成具體成果，整體執行成效良好。

從收斂性、強健性及實作性對 PD 型反覆學習控制器的新探討

主持人：簡江儒

執行機構：華梵大學智慧生活科技學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 01 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-211-001

比較起現在許多複雜的反覆學習控制器，傳統的 PID 型反覆學習控制器一直有控制結構簡單且易實現的實用性，特別是從工業實作的角度來看，絕大部分的反覆學習控制之工業應用，幾乎都是以 PID 型反覆學習控制器，或是 PD 型反覆學習控制器為主。但是從理論研究的觀點而言，PID 型反覆學習控制器經過三十多年的發展，已經幾乎不再受到學者的注視，理論的突破也陷於瓶頸，近十年更看不到突破性的發展。但基於計畫申請人前期國科會計畫探討適應反覆學習控制對輸入盲區的強健性研究，我們很好奇傳統 PID 型反覆學習控制器對輸入盲區的強健性會如何？再基於計畫申請人研究生團隊積極探討反覆學習控制器的 IC 晶片化之可能性，也鎖定 PID 型反覆學習控制器的實作問題，因此，本計畫對 PD 型反覆學習控制器展開收斂性、強健性和電路實作性的全新探索。

眾所皆知 D 控制增益在收斂性扮演最主要的角色，其收斂條件也是而熟能詳，但文獻一直無法明確給定的 P 或 I 控制增益設定方法。本計畫研究成果發現在離散時間線性非時變系統的 PD 型反覆學習控制架構下，P 學習增益與收斂性有一個較明確的數學理論關係，另外對系統不確定性的強健性質亦有幫助。在這個基礎下，本計畫進一步擴展至更有實用價值的取樣資料控制系統，詳細探討在取樣及零階保持的數位控制結構下，如何修正 PD 型反覆學習控制器，達到與上述純離散時間系統類似的學習性能。另外，本計畫也更進一步探討 D 學習增益的調整機制，引進模糊系統的專家經驗，使得學習誤差的收斂性獲得更好的保障。

最後，為了呼應本計畫的規劃背景與動機，本計畫也提出的模糊系統 PD 型反覆學習控制器的電路實作問題，並以浮點數運算的格式，預計設計一顆通用型的反覆學習控制器，除了在 FPGA 晶片驗證其正確性與可行性外，也將嘗試透過國家半導體中心的資源，實作成 IC 晶片，讓本計畫的研究生除了得到相關學習控制理論的知識外，亦可學習到數位電路設計的相關知識，為當今台灣工業界盡一份人才培養的責任。

Resilient Event-Triggered Reinforcement Learning-Based Adaptive Control for Obstacle-Avoidance in Multi-UAV Quadrotors Under Cyber- Attacks and External Disturbances

主持人： Saleh Mobayen (莫薩利)

執行機構： 國立雲林科技大學智慧數據科學研究所

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-224-046

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), particularly quadrotor UAVs, have become essential components in autonomous vehicle applications, such as aerial monitoring, inspection, transportation, and cooperative robotic systems. The development of reliable UAV control systems remains challenging due to nonlinear dynamics, uncertainties, external disturbances, actuator faults, input constraints, and communication limitations. These challenges require novel control techniques capable of providing accurate tracking performance, fast convergence, robustness, and fault-tolerant operation under uncertain environments. This project report investigates the design of nonlinear control techniques for robust UAV tracking, stabilization, and cooperative operation. A class of Sliding Mode Control (SMC)-based approaches is proposed to enhance the performance of UAV systems under uncertain conditions. Different reaching law-based SMCs, Terminal Sliding Mode Controllers (TSMCs), and Higher-Order SMC (HOSMC) approaches are developed to improve convergence speed, reduce chattering effects, and guarantee robust tracking. In order to address the influence of unknown disturbances and modeling uncertainties, disturbance observers, including extended state observers, TSMC observers, and Neural Network (NN)-based observers, are integrated into the proposed control frameworks. Furthermore, adaptive and NN-based control strategies are developed to improve the capability of UAV systems in handling nonlinear uncertainties and time-varying disturbances. Finite/ fixed-time control approaches are investigated to achieve fast convergence and enhanced transient performance. Barrier function prescribed performance control methods are also provided to ensure safe operation and maintain desired tracking constraints. In addition, fault-tolerant control methods are designed to compensate actuator failures, input saturation effects, and simultaneous faults with time delays; then improve the resilience of UAV systems. Beyond individual UAV tracking, this research project extends to cooperative control and formation tracking of heterogeneous unmanned air/ ground vehicle systems. Adaptive cooperative control methods are developed to address communication delays, energy optimization, and coordination challenges among

multiple autonomous agents. The effectiveness of the proposed methods is verified by stability analysis based on Lyapunov theory, numerical simulations, and experimental validation. The results demonstrate that the developed control methodologies can significantly improve tracking accuracy, disturbance rejection, fault tolerance, and cooperative performance of UAV systems, providing effective solutions for next-generation autonomous aerial robotic applications.

離散時間線性隨機平均場系統的多目標輸出回授控制

主持人： 吳建鋒

執行機構： 國立臺北大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：114-2221-E-305 -008

本計畫將研究離散平均場系統的輸出回授多目標控制問題（Discrete Mean-Field Systems Output Feedback Multi-Objective Control）並設計一個演算法有效求解離散平均場系統的輸出回授多目標控制問題。離散平均場控制、多目標控制和輸出回授控制各自對應不同的數學工具且存在顯著差異。離散平均場控制多半基於隨機微分方程與偏微分方程相關理論求解，多目標控制依賴帕累托最佳化理論，而輸出回授控制則使用狀態空間方法。傳統理論缺乏統一的數學架構，難以直接整合這三者的核心特性。因此我們設計了一個通用的多目標控制策略求解的數學架構，將離散平均場控制的平均場理論、多目標控制的多目標最佳化、輸出回授控制的動態回授控制融合在一個數學模型中。利用 Hamilton-Jacobi-Bellman 方程引入多目標目標向量，並通過動態規劃方法將控制器設計問題轉換成 Bilinear Matrix Inequality (BMI) 的多目標最佳化問題進而實現基於帕累托最佳化的輸出回授平均場控制策略。整合後的理論框架實現了多目標、多尺度和部分可觀測條件下的綜合控制，使得理論能應對更為複雜的應用場景，如智慧電網管理、自動駕駛車隊最佳化、跨領域能源調度等。通過理論的拓展，解決多代理系統控制中的現實問題，如數據延遲、傳輸不完全、資源分配權衡等，拓展控制理論的應用邊界。

模擬啟發式方法求解可重構製造系統之最佳生產規劃

主持人： 洪士程

執行機構： 朝陽科技大學資訊工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

科技部計畫編號：NSTC 114-2221-E-324-011

在面對不同客戶的需求時，製造業者要如何因應此市場環境，其中最為重要的就是製造設備的彈性化。可重構製造系統最主要的特點就是可重構性，可以根據客戶需求或是市場變動等，迅速的調整製造系統，改變產出的產品或產能。可重構製造系統之最佳生產規劃問題，是屬於隨機雙目標整數型最佳化問題。隨機雙目標整數型最佳化問題包含了有限數量的限制條件與離散型決定變數，透過模擬方式來分配有限資源以達到最佳化的目標。隨機雙目標整數型最佳化問題屬於無結構化且非線性的 NP-hard 問題，在實務應用上使用現有傳統最佳化方法，在有限的時間內找到一組最佳解顯得非常的困難。模擬啟發式方法是針對 NP-hard 問題所提出的解決方法，鑑於模擬啟發式方法在處理隨機雙目標整數型最佳化問題時遇到的窘境，本計畫針對現有模擬啟發式方法做進一步的改進。首先提出一個模擬啟發式方法，結合風中落葉優化與序優化，迅速有效地求出一組具有高可靠性且足夠好的解。模擬啟發式方法能夠解決現實世界裡最佳化問題，其中模擬部分主要處理模型的不確定性，並與啟發式方法相互搭配，進而搜尋解空間中的 近似最佳解。接著將所提出的模擬啟發式方法，應用於可重構製造系統之最佳生產規劃問題，在給定固定的工作站數量及有限的緩衝區容量下，挑選出最佳的工作站數量分配、任務分配及緩衝區分配，同時最大化生產量和最小化總緩衝區容量。

多項式參數相依 Takagi-Sugeno 模糊模型之新穎模糊控制器設計技術

主持人： 古忠傑

執行機構： 國立高雄科技大學輪機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-992-100

此次計畫透過多項式參數相依 T-S 模糊模型(Polynomial Parameter-Dependent Takagi-Sugeno Fuzzy Model, PPDTFSM)對非線性時變系統探討控制問題，該模型可由數個線性系統、模糊歸屬函數 (Membership Function) 以及比例函數(Weighting Function)混合後以描述系統之非線性與時變特性。由於模型具有多項式結構以及時變參數的存在可提供更全面性的結構；但，此模型之穩定性分析與控制設計問題必更加複雜與困難，對此，本計畫應用多項式參數相依里阿伯諾函數 (Polynomial Parameter-Dependent Lyapunov Function, PPDFL) 發展出穩定法則，且所使用之 PPDFL 並不限制狀態變數從而提高正定矩陣之多項式樣式，並且本計畫亦提出一個疊代演算法解決狀態微分項次所產生的雙線性(Bilinear)問題，再透過平方和(Sum Of Squares, SOS)計算軟體針對穩定法則進行計算以尋求滿足解，此外，本計畫中引入依自由變數以降低時變參數在穩定條件推導過程中所帶來的保守性，該自由變數同時帶來額外的運算寬鬆性以增加控制法則的應用性。

不確定切換時間延遲系統動態事件觸發及自我觸發控制設計法則之研究

主持人：連長華

執行機構：國立高雄科技大學輪機工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 11 月 30 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-992-113

本計畫探討具時間延遲之連續時間不確定切換系統之動態事件觸發及自我觸發強韌控制法則之研究，本研究使用同步的切換訊號及切換控制輸入以達到系統具有 H_∞ 、被動性及 H_2 性能。藉由本研究動態事件觸發及自我觸發的控制法則可用來判斷此狀態資料是否需進行網路傳輸來更新，或繼續沿用前幾次資料，以節省傳輸資源降低資料傳輸負擔，另使用動態事件觸發控制法則是利用另一設計動態變數來改善事件觸發法則的結果保守性。本年度計畫將有效利用及結合近年本團隊新提出具備共同及多重項的 Lyapunov-Krasovskii Functional(LKF)之選擇來得到更佳的研究結果及分析。本計畫將具有系統特性的項盡可能帶入 LKF 中，利用本團隊所提關於區間時變時間延遲之不等式，使用適合的全矩陣分析方法，讓所提的結果可以容易來表示及求解。所得的結果能以線性矩陣不等式(LMI)法的方式來呈現較佳的動態事件觸發及自我觸發控制法則。本計畫亦考慮具任意切換下切換系統之動態事件觸發及自我觸發控制法則設計之問題。最後本計畫所獲得之結果，未來將與近期其他已發表的結果做一比較，以做為未來改進之參考。本計畫執行年度相關研究成果已投稿 4 篇 SCI 期刊論文，後續成果將繼續整理後陸續投稿至國際期刊進行審核。

受時變輸出約束之 p -正規型非線性系統狀態/輸出回授漸進/有限時間穩定化控制器設計

主持人： 陳智強

執行機構： 國立成功大學系統及船舶機電工程學系

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-006-145-MY2

基於 p -正規型非線性系統的結構廣泛性及其對於眾多實際物理系統的涵蓋性，對 p -正規型非線性系統進行受時變輸出約束之狀態/輸出回授漸進/有限時間穩定化控制設計，不僅具有理論研究之重要性，同時也深具應用價值。根據申請人所知，關於 p -正規型非線性系統的受時變輸出約束之漸進/有限時間穩定化控制問題，不論透過狀態回授或輸出回授的方式，截至目前為止文獻上仍未有令人滿意（或有效的）的解答被成功提出，且許多現存探討受非時變（定常）輸出約束之狀態/輸出回授漸進或有限時間穩定化控制設計的現存成果，也因 p -正規型非線性系統所具有非平滑性、拓撲障礙，及同時考慮時變輸出約束、漸進/有限時間狀態收斂特性與輸出回授三者時所必須面臨的動態複雜性，而無法直接地延伸或擴展並用來設計 p -正規型非線性系統的受時變輸出約束之狀態/輸出回授漸進/有限時間穩定化控制器。有鑑於此，在本計畫中我們將考慮一類含有參數與模型不確定性的 p -正規型非線性系統，並探討其受時變輸出約束之狀態回授與輸出回授漸進/有限時間穩定化控制設計問題。透過提出一種稱為『非平滑齊次系統』的新概念，我們將發展一套稱為『非平滑齊次占優』的設計方法論，藉此來突破 p -正規型非線性系統的受時變輸出約束之狀態/輸出回授漸進/有限時間穩定化控制設計問題，並提出文獻上首次攻克此難題的嶄新成果。

強韌不穩定半徑與強穩定性之探討

主持人： 高崇堯

執行機構： 國立中山大學電機工程學系

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-110-048-MY3

本計畫旨在探討如何求取一系統之強韌不穩定半徑，並將其成果應用於解答一個「納入閉迴路系統之輸出表現規範的『最小化強穩定控制』問題」。計畫第二年我們提出了一種穩定「插入式」控制器設計：考量一個已具有控制器之系統，我們提出的穩定「插入式」控制器能在不犧牲固有穩健性的前提下，增強系統的閉迴路性能。為了確保「插入式」控制器的穩定性以及所需的閉迴路極點配置，我們提議以「穩定性邊界變換」的方式，讓有預控制器的系統成為一個不穩定系統，從而將「插入式」控制器設計轉化為一個強穩定性問題。我們進而提出一個可以解決這個「強穩定性問題」的非迭代式方法，可得到低階之穩定控制器。最後，我們在一個磁浮系統上驗證我們的設計。實驗結果顯示，與獨立的比例-積分-微分（PID）控制器相比，加上我們提出的「插入式」控制器可以顯著提高閉迴路追蹤性能。

負虛系統控制理論及其在複雜柔性結構中的應用

主持人： 康斯証

執行機構： 國立中山大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 06 月 01 日至 115 年 05 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2222-E-110-002-MY3

回授穩定性是非線性控制系統所面臨的一項關鍵挑戰。本研究延伸耗散性理論，引入動態供給率（dynamic supply rates），使系統動態特性能獲得更精確的描述，其中包括無法透過靜態供給率的耗散性加以刻畫的負虛系統（negative imaginary systems）。所提出的架構為非線性回授系統提供穩定性條件，並統一了多種既有方法，包括小增益（small-gain）、被動性（passivity），以及基於積分二次約束（Integral Quadratic Constraints, IQC）的方法。

具高動態平衡之雙足人形機器人開發與眼手腳協調應用(III)

主持人： 郭重顯

執行機構： 國立臺灣大學機械工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-002-151

本計畫研發一身高 170 公分、重 45 公斤之高動態平衡雙足人形機器人。機器人雙足採多連桿機構設計，雙手臂具備 14 個自由度，並搭配五指欠驅動靈巧手（共 16 個 自由度，其中 6 個為主動自由度），頸椎採連續體機器人結構，以模擬人類頸部關節，頭部則配置主動目光凝視之立體視覺系統。此外，機器人整合慣性測量單元（IMU）、手掌抓力感測器等多種感測元件，以感知與探索互動環境資訊，提升機器人之運動性能與自主性。

計畫第三年主要聚焦於機器人自主操作能力之研發。在雙手臂自主操作方面，本計畫提出基於模仿學習之人形雙臂機器人系統，以執行多任務自主操作。首先建置人機運動映射機制以蒐集訓練資料，並採用 Action Chunking with Transformers （ACT）進行策略學習；進一步提出動態語意遮罩適配模組（Dynamic Semantic Mask Adapter, DSMA），以提升系統對不同物件之泛化能力，並整合大型語言模型（LLM），使使用者能透過語言指令控制機器人。

在自主導航方面，本計畫提出基於語意感知之強健視覺 SLAM 與語音互動語意導航系統。系統以 ORB-SLAM3 為基礎，結合 YOLOv11 語意分割模型，設計三階段式特徵提取機制，針對靜態區域、動態物體及透明材質區域採取不同處理策略，以降低動態物體、玻璃及反射材質所造成之錯誤特徵匹配與不可靠深度資訊，減少軌跡漂移與導航風險，並驗證本計畫所提方法於 RGB-D SLAM 強健化與語意導航之實用性。

同心管機器人研製及其雙臂自主操作

主持人：郭重顯

執行機構：國立臺灣大學機械工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 112-2221-E-002-174-MY3

同心管機器人 (Concentric Tube Robots, CTRs) 具有小尺寸、高柔順性及可進入狹窄受限空間等特性，適合應用於近場探索及微創手術。本計畫完成一套可手持操作之六自由度三管同心管機器人研製，整體機構尺寸約為 $300 \times 85 \times 75$ mm (長 $\times$ 寬 $\times$ 高)，並針對運動學建模、逆向運動學、機構參數校正及閉迴路自主控制進行研究。本計畫首先基於 Cosserat rod 理論建立 CTR 正向運動學模型，並推導 Jacobian 矩陣，進一步結合 Levenberg–Marquardt 與 Sequential Quadratic Programming 兩階段方法求解逆向運動學，並於實體機器人進行驗證。為降低實際製作誤差對運動模型之影響，針對各支鎳鈦合金管之預彎曲曲率、彎曲段長度及楊氏模數進行實驗量測與參數校正，以取得符合實際機器人特性的模型參數。在此基礎上，整合 NDI 光學追蹤系統建立閉迴路混合式伺服控制架構，實現機器人末端之自主軌跡追蹤。

實驗結果顯示，經參數校正後，NDI 閉迴路伺服控制之末端平均位置誤差為 0.525–0.912mm，與其他文獻中手持式 CTR 之 human-in-the-loop 操作結果 0.7–0.9mm 相當或更佳。殘餘誤差主要源於 Jacobian 軸向線性相依性、驅動馬達解析度與機械背隙，以及座標系偏移。綜合而言，本計畫已建立一套具備精密定位與自主操作能力之手持式 CTR 系統，完成從機器人機構研製、運動模型建立、實體參數校正至閉迴路自主控制之整合驗證，展現其於狹窄受限空間探索與微創醫療操作之應用潛力。

智慧型人形機器人複雜動作規劃

主持人： 包傑奇

執行機構： 國立師範大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-003-024

This This project develops novel short- and long-horizon motion planning algorithms for humanoid and intelligent robots operating in highly dynamic environments. We focus on two challenging applications: humanoid robots driving scooters and humanoid robots performing rock climbing.

In 2025, our humanoid robot became the first robot to pass the slow-driving component of Taiwan's scooter driving licence test and demonstrated the ability to carry passengers of different weights without retraining or retuning.

Building on this achievement, we focus on four extensions: path tracking, world-model learning, end-to-end reinforcement learning, and hierarchical planning. Path tracking controllers such as Pure Pursuit or Stanley will improve scooter driving. A learned world model will enable higher-level planning and accelerate robot learning by predicting how the robot interacts with its environment. Hierarchical planners will allow the robot to select safe and efficient paths for both driving and rock climbing.

Reinforcement learning, particularly Proximal Policy Optimization (PPO), will be used to address the complexity of these tasks. We extend the framework to optimize multiple objectives, including safety, energy efficiency, and task constraints. The proposed methods will be evaluated against state-of-the-art approaches in terms of success rate, completion time, energy efficiency, generalization, and transferability.

The ultimate goal is to achieve autonomous scooter driving that can pass Taiwan's challenging scooter driving test, advancing the capabilities of AI, machine learning, computer vision, and humanoid robotics.

地面群組機器人進行合作搬運與群組導航技術之研發(II)

主持人： 陳美勇

執行機構： 國立臺灣師範大學機電工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-003-029

本計畫將於三年期間建立群組機器人的決策與協調能力，並基於其運作架構研發合作搬運與群組導航技術。透過本計畫研發項目與相關技術之結合，如同步定位與地圖建立、全域視覺定位、動態路徑規劃等，可在未知環境中實現異質性合作搬運，或者進行分散式探索與巡邏任務，進而增進機器人產業的應用價值。本計畫研究方向可分為兩大主題：第一項為發展群組機器人進行合作搬運技術，包括以里亞諾夫穩定性理論結合參數估測器設計可被驗證穩定的控制器、專用於合作搬運的機器人運動規劃與反饋設計，以及建立能夠進行群組機器人執行任務的編隊規則；第二項為改進機器人導航演算法，使其能運用於群組機器人領域，例如發展多機器人的 SLAM 演算法、遍歷覆蓋搜尋等相關技術。綜合以上述，本計畫在第兩年完成之工作重點如下所列：

1. 改進群組機器人進行同步定位與地圖建立的穩定性與可靠性。計畫將擴展卡爾曼濾波 (EKF)、粒子濾波 (PF) 與圖優化技術的應用，並引入深度強化學習 (DRL) 技術，使機器人能適應動態環境。此外，使用多種感測器 (如雷射雷達、深度相機)，並採用自動校準技術與感測器融合技術來降低定位誤差。

2. 發展分散式環境探索演算法，並建立動態的全覆蓋式路徑規劃演算法，使機器人能在未知環境中進行遍歷搜尋找到特定目標，並根據機器人狀態對於巡邏分配任務進行動態最佳化，以反應環境變化的需求改變。

3. 建立動態全覆蓋式路徑規劃演算法，使機器人能在未知環境中進行遍歷搜尋找到特定目標。此演算法會根據機器人狀態動態優化巡邏任務分配，以應對環境變化需求。此演算法將採用魚骨結構，並具備動態調整機制，以應對未知環境與障礙物與第一年計畫成果進行整合。

泛化型具演示及指令理解能力之任務型智慧機器人之研究(II)

主持人： 李宜勳

執行機構： 國立中興大學中興大學智慧創意工程學士學位學程

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-005 -079 -MY2

協作型機器人於非結構化環境執行長序列任務時，易因環境資訊不足、物件遮擋、夾取失敗與放置誤差造成錯誤累積。為降低現有雲端大型模型之資料隱私、網路依賴與使用成本問題，本研究提出本地部署之視覺語言模型任務規劃與重新規劃系統，以 Gemma 3 12B 為高階認知核心，在無須雲端 API 與額外微調下，實現自然語言理解、主動探索、動作規劃及閉環錯誤修正。系統整合 Eye-to-hand、Eye-in-hand 雙視覺與 YOLO 物件偵測，並設計動作前、動作後及整體目標之分離式驗證流程；當局部失敗發生時，以插入式重新規劃產生修正子任務。此外，提出任務導向動態視覺專注機制 (TADM)，藉由背景降噪與幾何特徵強化提升判斷能力。實驗顯示，TADM 將遮擋判斷準確率由 51% 提升至 79%，放置後狀態判斷由 68% 提升至 93%。於八項真實任務中，平均成功率達 96.25%，與採用 GPT-4o 之 ReplanVLM 僅差 2.5%，且累積推論運算需求約低於其十分之一；移除閉環驗證後成功率降至 50%。結果證實，本地輕量化視覺語言模型可在兼顧隱私與成本下，達到接近雲端大型模型之任務表現。

模組化多功能單側下肢復健外骨骼系統開發與按需輔助控制

主持人： 李聯旺

執行機構：國立中興大學機械工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-005-081

本計畫以腦可塑性之神經復健理論為基礎，規劃以三年研發模組化多功能單側下肢復健外骨骼系統，針對因中風偏癱、顱腦外傷、神經損傷或病變，以及關節術後造成之單側下肢運動功能障礙患者，提供肢體訓練與神經復健之創新解決方案。第一年主要針對肌力較弱、站立與平衡能力不足之患者，已完成具健側步態量測與患側鏡像步態生成功能之單側下肢復健外骨骼，以及具動態減重與自動跟隨之多功能行動輔具。整體系統採模組化架構，整合健側步態量測、患側鏡像步態生成、單側下肢外骨骼及多功能行動輔具。相關技術已獲中華民國發明專利核准，目前辦理領證中，並通過成大附設醫院人體研究倫理審查委員會(IRB)審查(A-ER-114-003)。本系統以患者健側主動步態為個人化步態生成依據，透過健側步態量測結合節律性動態運動基元(RDMP)鏡像步態生成，即時產生患側外骨骼之個人化步態；搭配單側下肢外骨骼與多功能行動輔具，使患者在兼顧安全與動作能力下，能及早進行站立與步行復健訓練。相較於雙側下肢復健外骨骼，本系統可保留健側之主動運動能力，並藉由即時量測健側步態，鏡像生成患側的個人化步態軌跡，以提升復健訓練與患者動作意圖及步態特性之契合度。第一年已完成硬體平台、模組化系統架構及個人化鏡像步態生成機制之建置與整合，為第二、三年發展主動式、閉迴路、精準化單側下肢復健技術及按需輔助控制策略奠定基礎。

智慧型機器人系統應用於桌邊服務之關鍵技術研究

主持人： 鄭銘揚

執行機構： 國立成功大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006 -175

在少子化與人口老化的加劇影響下，急需透過自動化之技術填補服務型勞動力的缺口。本計畫聚焦於餐廳桌邊服務場景，針對桌面上待擦拭的髒污進行自動辨識與定位，並基於動態運動原語產生擦拭軌跡，透過六軸機械手臂末端之夾爪夾取抹布，執行擦拭命令以完成清潔任務。此外，本計畫亦設計互動式的清潔服務系統，以方便使用者進行操作。於軌跡規劃部分，利用改良式動態運動原語的軌跡模仿與泛化能力，依據實際任務需求即時調整起始點、終點及擦拭速度等參數。針對不同形狀、位置與尺寸範圍之髒污區域，系統可根據辨識結果自主生成平滑且連續之擦拭軌跡，以提升機械手臂執行擦拭作業時之靈活性與適應能力。於髒污辨識部分，本計畫基於開源之深度學習模型，結合團隊自行拍攝之影像加入訓練集進行微調，提升模型對於機械手臂遮蔽與陰影干擾的強健性，使模型針對設定之桌邊場景具備更卓越的辨識能力與準確度。於互動介面部分，本計畫導入大型語言模型，建構多模態人機互動系統，整合文字、語音及手勢指定等多種輸入方式，使用者可依據個人操作習慣及實際作業環境彈性選擇適合之互動模式，進而實現直覺、靈活且具高度適應性之機械手臂操控介面。

具三重空間圖卷積與變分訊息瓶頸機制之骨架動作辨識模型設計

主持人：黃國勝

執行機構：國立中山大學電機系

執行期間：113 年 08 月 01 日至 114 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-110-056-

本計畫針對人體骨架動作辨識，提出三項空間圖卷積神經網路（Three-Term Spatial Graph Convolutional Network, TTGCN），並進一步結合變分訊息瓶頸（Variational Information Bottleneck, VIB）機制形成 VIBTTGCN。在圖架構的分區策略上，採用平均場分區（Mean-field partitioning），依關注節點與其他節點之測地距離分層賦予權重，除提升辨識準確率外，亦擴大感受範圍、降低擴散次數，等效於減少網路層數與參數量。在空間維度上，以資料驅動方式產生比例、差分與積分三項子鄰接矩陣，分別描述節點間的相關性、差異性與上下文關係，並與平均場鄰接矩陣融合為混合鄰接矩陣。在時間維度上，使用不同膨脹率之一維卷積核擴大時間感受野，同時涵蓋長時間連續動作與短時間細微動作。為提升計算效率，於分類器前加入 VIB 遮罩，學習各通道之訊息量並刪除不必要之通道權重，達成網路剪枝。於 NTU-RGB+D 資料集上，本計畫模型在辨識率、參數量與計算量三方面皆有良好表現。

具視覺聽覺與高互動性之導盲機器狗設計

主持人：江叔盈

執行機構：銘傳大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-130-007

本研究設計一套具視覺、聽覺與高互動性之四足導盲機器狗系統，整合 NVIDIA Jetson AGX Orin、Intel RealSense D455、YOLO 視覺辨識、拉力感測器、震動馬達及語音處理技術，使機器人具備環境感知、智慧導引與人機互動能力。在視覺導引方面，系統結合使用者姿態與導盲杖牽引力，建立個人化拉力控制基準，作為機器人速度調整依據；同時利用導盲磚辨識建立參考路徑，融合 RGB-D 與障礙物辨識資訊，透過 A* 與 B-spline 完成局部避障及軌跡平滑，並藉由導盲杖三維位置與偏移角偵測，控制左右震動馬達提供方向提示。在聽覺互動方面，利用非負矩陣分解抑制機器人運動產生之自噪音，並從處理後音訊提取梅爾頻譜圖、梅爾頻率及色度圖等聲學特徵，融合為三通道特徵圖，再透過卷積神經網路、雙向門控循環單元與注意力機制進行環境聲音辨識與分類，並依據環境場景動態調整濾波參數，以增強目標語音及抑制特定噪音。實驗結果顯示，環境聲音分類準確率達 93%，語音辨識詞錯誤率為 2.3%。本研究透過視覺、聽覺、牽引感測與震動回饋之多模態整合，有效提升導盲機器狗之導引安全性、操作舒適性與人機互動品質。

創新分離式自主移動機器人驅動控制架構開發與智慧語音技術整合研究- 實現以語音操控創新智慧控制模組與車體自動組裝並實際進行機器人派 遣與任務執行

主持人： 李政道

執行機構： 國立虎尾科技大學自動化工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-150-046

自主移動機器人(AMR)與機器人作業系統(ROS)已廣泛應用於當代機器人領域。ROS 大幅降低開發門檻而 AMR 的自主導航能力則能有效回應產業精簡人力成本的需求。然而，現有 AMR 架構呈現高度多樣化，缺乏統一設計標準，導致開發流程冗長、系統相容性不足以及後續維護困難；另一方面，現場 AMR 任務派遣多仰賴圖形介面或固定操作流程，亦限制了操作的便利性與彈性。為解決上述問題，本研究提出以 ROS 2 為核心的模組化 AMR 架構，將傳統 AMR 驅動控制系統切分為獨立的導航與避障控制模組(NOCS)與車體驅動控制模組(VDCS)。兩者採用統一通訊協定，透過 UART 與 UDP 介面實現，並設計相容橋接層與快速參數套用功能，以提升系統通用性。此外，本計畫更建置智慧語音控制流程，結合語音喚醒、自動語音辨識與大型語言模型指令解析，使使用者能以自然語音方式下達 AMR 任務。本研究所提出的模組化 AMR 架構在導航與避障測試中展現一定精度與穩定性，並透過實驗驗證模組化設計的可行性，同時智慧語音控制流程使 AMR 任務派遣可由自然語音進行輸入與解析。整體系統兼顧硬體架構通用性與操作便利性，可降低自走車整合難度、縮短開發週期，並提升智慧工廠中 AMR 部署與任務操作的彈性。

六軸工業機械手臂之非末端點碰撞力量及碰撞位置估測技術

主持人：詹竣傑

執行機構：國立虎尾科技大學資訊工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-150-047

This study investigates the estimation of collision forces and contact locations at non-end-effector positions in six-axis industrial robotic arms. A sensorless estimation method is developed without requiring additional joint torque sensors. Unlike conventional approaches that focus primarily on end-effector collisions, the proposed method extends the estimation capability to arbitrary robot links by utilizing the robot's built-in joint position and motor current information to estimate both collision forces and contact locations. To validate the proposed method, a HIWIN RA605 six-axis industrial robotic arm was employed as the experimental platform. Thin-film force sensors were installed at different robot links to provide reference measurements, and collision experiments were conducted at various contact locations. Experimental results demonstrate that the proposed method successfully estimates collision forces and contact locations at non-end-effector positions. The proposed method provides a practical solution for collision monitoring and safety control of robotic arms and enhances the safety of conventional robots operating in human-robot collaborative environments.

肌力/肌耐力增強型動力外骨骼(II)

主持人：王榮爵

執行機構：國立虎尾科技大學電子工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-150-053

因應高齡化所致之下肢運動功能退化，以及物流搬運、建築施工等高負荷作業造成的肌肉骨骼負擔，本計畫研製一套基於邊緣運算與肌電訊號（EMG）前饋控制之下肢動力外骨骼系統。系統以 STM32F446RE 微控制器作為即時運算核心，整合四組 MyoWare 肌電感測器、慣性量測單元、關節編碼器、無刷馬達與雙 CAN Bus 通訊，於端側完成訊號正規化、動作狀態判斷及關節輔助控制；並利用肌電活動早於肌肉實際收縮的特性，依使用者出力比例調整輔助力矩。控制狀態機可辨識平地行走、坐姿起身、上樓梯與下樓梯等動作，並加入角度限制、輸出平滑及通訊保護機制，以提升人機協作之穩定性與安全性。機構方面採 6061 與 5052 鋁合金，結合拓樸最佳化與 CNC 加工；結構重量由 6.361 kg 降低 0.834 kg，減重約 13%。有限元素分析於 300 N 載荷下顯示關鍵零件應力低於材料降伏強度。22.2 V 靜態負重試驗中，大腿與小腿關節最大輸出扭矩分別為 20.29 N·m 與 6.02 N·m；肌電測試中，大腿及小腿發力訊號分別為放鬆狀態的 9.61 倍與 16.61 倍，顯示其可作為相對出力與動作意圖判斷依據。三名受測者之初步穿戴評估中，控制反應平均為 4.0 分、輔助感受為 3.33 分（五點量表）。結果證明本系統已具備感測、判斷、通訊及關節輔助之整合可行性；後續將持續改善整機輕量化、腿長調整、束帶固定與輸出平順度，並擴大受測者人數及加入無助力對照、步態與肌群負荷量測，以驗證其長時間穿戴與實際場域應用效益。

應用 Transformer 發展自動駕駛鳥瞰視角之軌跡預測模型

主持人： 陳文輝

執行機構： 國立臺北科技大學自動化科技研究所

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-027-103-

自動駕駛技術為全球產學界共同關注之焦點，其核心在於環境感知、路徑規劃與決策控制。準確之軌跡預測有助於系統提早規劃安全路徑、避免碰撞事件的發生。然而，以視覺為主之感知長期受制於兩大瓶頸：(1)二維影像之固有限制，包括物件遮蔽、尺度變化與缺乏深度資訊。(2)傳統模組化架構將偵測、追蹤、預測分離設計再串接，導致誤差逐級累積影響下游任務。本計畫針對上述問題，發展一套以 Transformer 為核心、於鳥瞰視角(Bird's Eye View, BEV)空間運作之端對端多視角軌跡預測系統。本系統由三個以 Transformer 為核心之子網路構成：偵測與追蹤網路(DTFormer)、場景解析網路(SceneFormer)與軌跡預測網路(PredictFormer)。三者透過共享之查詢(Query)、鍵(Key)、值(Value)機制耦合於同一 BEV 特徵空間，實現偵測、追蹤、場景理解與軌跡預測之聯合學習，從而避免傳統流程因非可微分邊界框串接所造成之梯度截斷。系統以卷積骨幹網路萃取多視角影像特徵，並經時空 BEV 編碼器，引入跨攝影機注意力與時序聚合，將六路環景影像投影至統一鳥瞰空間表示，取代早期依賴平坦路面假設之逆透視映射與既有方法過度依賴深度估測之作法。本方法於 nuScenes 公開資料集完成模型訓練、消融實驗與跨方法比較。實驗結果顯示，本框架之偵測平均精度(mAP)達 0.418、nuScenes 綜合分數(NDS)達 0.512。於軌跡預測方面，相較模組化分離之流程，本方法最小最終位移誤差(minFDE)改善約 18%，證實本研究採用之端對端訓練能有效抑制上游感知誤差之傳遞。此外，針對大型模型訓練易發生之視訊記憶體不足問題，本計畫導入梯度累加與混合精度訓練，於單張 24 GB 級 GPU 上完成訓練。本計畫所建立之端對端 BEV 軌跡預測框架，兼具學術研究價值與實務應用。

基於 AI 視覺及聽覺辨識之智慧寵物管家機器人系統之設計與實現

主持人： 謝銘原

執行機構： 國立勤益大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-167-024

本計畫已開發出一套智慧寵物管家機器人系統，藉由智慧視覺與聽覺辨識分析架構，使其能與主人互動並監測寵物健康狀態，作為主人照護寵物之 AI 輔助工具及寵物預防醫學前期的判斷工具，未來可望成為智慧家庭、寵物醫院與動物疾病管制單位間的溝通橋樑。

本計畫已建立以中型幼犬(約 6 個月至 2 歲)為研究對象的寵物照護平台，並以此設計出半人形輪型移動管家機器人，開發主人、機器人與寵物三者之間的互動機制，再結合 AIoT 記錄並分析生理與行為數據（體型、食量、飲水量、體溫、生理訊號等）以此作為判斷寵物健康狀態的依據。

本計畫在此基礎上已透過 Deep-CNN 的視覺辨識系統辨別狗隻的外觀、生理狀態（如排泄物性狀）及體態，建立遠端監測平台；同時結合 AI 視覺關係偵測（VRD）與人與物互動偵測（HOI）技術，分析寵物行為與互動關係，提供異常行為監測及預警，完成照護平台的核心技術基礎。

智慧型六輪重載式全方位自主移動機器人之系統設計與建置

主持人：黃旭志

執行機構：國立中正大學機械工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-194 -049 -MY2

本二年期研究計畫之目的在於發展「智慧型六輪重載式全方位自主移動機器人 之系統設計與建置」。在第一年度研究計畫中，首先針對六自由度 Mecanum 冗餘 (redundant) 機器人系統，以幾何分析法推導運動學並以 Lagrange 法進行動力學分析，完成高自由度 AMR (Autonomous Mobile Robot) 冗餘機器人數學建模。接著以模糊理論(fuzzy theory)結合有限時間穩定性(finite-time stability)理論和非奇異(nonsingular)終端滑模控制 (terminal sliding mode control, TSMC) 架構，研發 FTSMC 即時控制器並在 ROS (Robot Operating System) 環境實現，最後以嵌入式 NVIDIA GPU(Graphics Processing Unit) 實驗套件為中央處理單元，加上機器人致動器、感測器及 驅動電路，建構具有六個自由度之嵌入式 Mecanum 重載式移動平台，驗證第一年度研究計畫提出控制策略的有效性和優點。

應用於通訊頻寬有限環境之群組機器人控制系統之設計與研究(II)

主持人：張嘉文

執行機構：國立宜蘭大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-197-025

在通訊頻寬受限的環境下，群組機器人常面臨集中式排程負載過大、通訊壅塞及控制延遲等瓶頸。為此，本研究提出一套適用於頻寬受限環境之邊緣分層控制架構，旨在降低資料傳輸負載並提升底層即時控制韌性。硬體端於 Terasic T-Core FPGA 平台上實現開源 HummingBird E203 RISC-V 核心，並深度擴充專用硬體 PID 運算單元，將高頻馬達迴授計算卸載至邊緣端，使單機在有限控制指令下仍具備極低抖動之即時反應能力。決策層結合全域俯視視覺與 ArUco 標記建立單應性矩陣以校正座標，並導入五次多項式平滑軌跡規劃演算法，大幅減少停滯與原地旋轉，進而降低群機所需的軌跡校正頻寬。實作結果證實，此架構能顯著減輕通訊與排程負荷，為頻寬受限之群組機器人系統提供高流暢性、高穩定性之自主導航基礎。

利用光譜分析於新一代磊晶晶圓缺陷偵測

主持人： 林群富

執行機構：國立聯合大學機械工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 12 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-239-039

現行碳化矽(SiC)磊晶晶圓上的晶格缺陷偵測方法之類型中使用電性曲線進行缺陷偵測的設備成本最低，但是無法得知缺陷的確切位置，且無法得知缺陷的面積與分布方式。而使用表面光學影像(形貌影像)進行缺陷偵測，其優點為速度最快，且缺陷辨識的 precision 較低。且較難偵測出位於磊晶晶圓次表面(深度 1~40 μ m)中的晶格缺陷。因此，本計劃之目的在提出一系統，改良目前現行使用光譜分析進行碳化矽(SiC)磊晶晶圓上的晶格缺陷偵測時所遇到的技術瓶頸，提昇檢測速度以及提昇利用光譜曲線做缺陷辨識的查確率。

無人雙體船舶研製及其在航行控制與水文量測之應用(II)

主持人： 郭昭霖

執行機構： 國立高雄科技大學海事資訊科技系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-992-094

本研究計畫提出無人雙體船舶在導航點自主航行控制、水文量測與避碰應用之研究與發展；基於海洋環境感測技術建構下，獲得目前所在位置海洋環境資訊，並結合深度學習和控制器設計，經由控制器的決策給予無人雙體船舶相對應控制力，進而從環境資訊和 Line of Sight (LOS) 演算法產生無碰撞的期望軌跡航行路徑，期望讓無人雙體船舶在受到干擾的海洋環境中，能夠具有避碰和精確的依設定導航點安全航行。本年度為第二年之研究，其工作目標為開發並完成無人雙體船舶智慧控制與環境感測技術相結合，建構海事環境感測系統，使其具備精準之水文資料建置能力，經由數位化的環境資訊，實現自主避碰與高效導航功能。研究中，利用光學雷達整合建立同步定位與地圖以增強定位性能，並與同時將都卜勒流速計和 IMU 做資訊融合，透過 LOS 演算法、徑向基函數與深度學習設計 RBF-PID 控制系統，實現雙推進器的動態推力分配和側向推進控制器；最後利用半封閉水域水文資料量測，驗證所研發成果之可行性與有效性。

以自適應反應系統開發機器人具身智慧－桌球機器人為範例

主持人： 林顯易

執行機構： 國立陽明交通大學電控所

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 117 年 07 月 31 日

國科會計畫編號： NSTC 114-2221-E-A49 -154 -MY3

Conventional industrial robotic manipulators present significant drawbacks in dynamic sports applications like table tennis due to high link mass, excessive rotational inertia, and prohibitive power consumption in the kilowatt range. Conversely, reducing structural mass introduces severe mechanical vibrations and joint jitter during rapid trajectory reversals, compromising end effector striking precision. To bridge this gap, this project presents an agile, lightweight 2.8 kg, 4-DOF anthropomorphic robotic arm designed specifically for high-speed table tennis. The structural architecture incorporates a bio-inspired third-class lever geometry to amplify end effector velocity while keeping motor load and gravity torque low. Real-time state estimation and dynamic control are executed on an ESP32 microcontroller acquiring 1 kHz tri-axial acceleration signals and joint encoder feedback over a OneWire protocol. Experimental validation over 50 independent trials demonstrates that the proposed multi-stage damping architecture reduces peak vibration amplitudes by 79% (from ± 250 LSB to ± 40 LSB) and suppresses resonant peak power by 90%. Step-response measurements confirm a 68% reduction in settling time, stabilizing from 2.5 s down to 0.8 s ($T_{s, \text{step}} = 0.8$ s) within a $\pm 10\%$ error band. During live rally performance against topspin, bottom spin, and sidespin serves, the arm achieves average ball exit velocities of approximately 15 m/s and return success rates up to 86% while drawing an average power of only 50 to 55 W. This work demonstrates an energy-efficient, stable, and safe framework for high-speed human-robot interaction.

基於數位學生之資料擴增方法及其在雙臂機器人靈巧操作模仿學習之應用

主持人： 宋開泰

執行機構： 國立陽明交通大學電控工程研究所

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-A49-160-

模仿學習(Imitation Learning)是近年來 AI 機器人一項重要的研究領域，其在真實環境中收集大量的示範數據需要高昂的成本，因此開發以低成本獲得真實環境訓練數據以利機器人進行靈巧任務操作至關重要。為此本計畫主要目標在於利用混合實境技術(Mixed Reality, MR)示範任務，並透過資料擴充收集訓練數據集，進行端到端模型訓練，使雙臂機器人能夠完成靈巧操作的任務。另外，本研究提出了一套基於端到端模仿學習的資料融合擴散策略 (Data Fusion Diffusion Policy, DFDP)，結合雙攝影機影像與點雲資訊，強化模型對複雜環境特徵的理解能力，並利用歷史特徵產生記憶關鍵畫面，確保機器人對雜亂堆疊物件進行貨架取放(Pick and Place)作業。實驗結果顯示，本研究之方法在雜亂堆疊物件場景中之夾取、分類與擺放任務上分別達到 55.56%、91.67%、66.67%之成功率，相較只以影像資訊之 ACT (Action Chunking with Transformers)及只以點雲資訊之 DP3(Diffusion Policy 3D)基線方法，本研究之方法成功率分別提升了 81.81 %、135.72 %、139.99 %。

邁向完全沉浸式虛擬運動介面—基於 Human-in-the-Loop 控制與擬真

VR 環境的模擬器研發

主持人： 洪境晨

執行機構： 國立陽明交通大學電控工程研究所

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2222-E-A49-006

The ultimate vision of an immersive locomotion interface is navigation through virtual environments through natural body movements. In this project, we developed a prototype that uses wearable 6-axis IMU sensors and a motion classifier to enable navigation through a virtual lab on a passive treadmill. Participants' data on standing, walking, and running were collected to train the motion classifier model. The system prototype was implemented with data processing and inference in Python, integrating with Unity to deploy a first-person view of an avatar in a VR headset. Ten additional participants experienced the developed prototype with system test and user experience evaluation. The future direction includes completing an immersive locomotion interface on a multidirectional platform.

基於人工智慧之無人機蜂群攔截系統開發

主持人： 程登湖

執行機構： 國立陽明交通大學機械工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 117 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2223-E-A49 -004 -MY3

在多機協同防禦任務中，少數防禦機須即時應對數量不定、方位未知的入侵機群，並配合指揮官臨時下達的戰術指令調整防禦優先序。傳統固定規則或最佳化方法難以在不重新設計演算法下，即時納入人類指令。本研究提出視覺-語言-行動（VLA）系統：以凍結、僅 LoRA 微調的視覺語言模型同時讀取空拍影像與自然語言指令，經防禦機與入侵機的交叉注意力、入侵機間的自我注意力算出分數矩陣，再以貪婪演算法求出防禦-入侵配對；飛行層級攔截動作則交由偏置比例導引法則執行。訓練採行為複製，僅更新戰術網路與 LoRA 參數；依循威脅層級、防禦涵蓋缺口、指令方位偏好與距離訂出階層式成本，經匈牙利演算法求解而得的標準解，則作為訓練時的模仿目標。於 4 防禦機對 6 入侵機情境下，攔截率達巨集平均 99.50%、完全攔截率 98.00%，接近該標準解所設之物理極限值（99.44%）。未來將延伸至多優先權防禦場景，並結合其他無人機防禦系統，朝人類指揮官即時下達戰術指令邁進。

可自行復位之單足機器人之設計與製作

主持人： 廖梨君

執行機構： 輔仁大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 11 月 30 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2635-E-030-002

本計畫設計並製作一單足機器人，以 3D-列印製作相關機械結構與元件，並以 Arduino Uno 模組控制伺服馬達。藉由不對稱齒輪及齒條之結構設計，彈簧及伺服馬達的連動，使彈簧被壓縮並釋放彈力，造成機器人的單足跳躍移動。此機器人可 360 度旋轉其機身，選擇其行進方向；同時，亦可設定其身體的傾斜角度，以調整行進時的彈跳角度與步伐。此外，若機器人傾倒時，機器人亦可藉其防撞環與足部結構的相對作動，調整機器人的重心，自動恢復站立的初始狀態。此機器人之總重量約 415g，外觀尺寸約 190mm×190mm×210mm，傾倒後回復站立時間約需 5sec，並可於一般柏油路、草地與斜坡進行移動。

擁有前翼結構之尾立式垂直起降無人機研製

主持人：許駿飛

執行機構：國立臺灣海洋大學電機工程學系

執行期間：民國 113 年 08 月 01 日 至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-019-073-MY2

本研究計畫已成功研製兩台兼具垂直起降與固定翼巡航能力之無人機原型機，然而，由於無人機具有垂直起降與固定翼巡航兩種截然不同的飛行模式，在模式轉換過程中，其飛行動態與控制特性會隨飛行狀態改變，使得整體飛行控制系統之設計、穩定性維持及控制器參數調整更具挑戰性。針對此問題，本研究計畫針對不同的飛行模式設計並實作多種飛行控制策略，並分別採用單環與雙環控制架構進行比較與分析，以評估不同控制架構與控制策略對無人機飛行穩定性與姿態控制性能之影響。此外，本研究計畫提出一套柔性模式切換演算法，使無人機能夠在垂直起降模式與固定翼巡航模式之間進行平順轉換，藉由逐步調整控制命令與飛行控制參數，降低模式轉換過程中因控制命令突變所造成的姿態變化與控制震盪，進而提升整體飛行穩定性。最後，實驗結果顯示，所提出之飛行控制架構能有效維持無人機於不同飛行模式下之穩定性，並具備良好的姿態控制性能；同時，所提出之柔性切換演算法亦能有效降低模式轉換期間的姿態變化與控制震盪，實現平順且穩定之飛行模式轉換，驗證本研究所提出控制方法之可行性與實用性。

運用軌跡預測網路之視覺環境與行為理解感知系統

主持人：黃正民

執行機構：國立臺北科技大學電機工程系(所)

執行期間：民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-027-080-MY2

軌跡預測應用的範圍越來越廣泛，例如自動駕駛閃避行人、商場商品促銷擺放等。許多相關軌跡預測研究單純地使用軌跡資料集來訓練與驗證軌跡預測模型，較缺乏軌跡預測之實用性研究，或考量不足使預測結果較為單一。因此如何利用軌跡預測技術以實際發展運用至環境感知，及其中使用者行為理解，使未來在智能體的應用上能更適宜地做出反應，即為我們研究計畫的主題。

第一年先發展軌跡預測技術，改良現有之模型。由修改其多目標間的關係描述圖論，提取有效的社交特徵，並將場景資訊轉換成語意分割圖來提取出重要特徵，共同作為未來軌跡生成模型的輸入。再以擴散模型進一步修正所產生之未來軌跡分布，使軌跡預測更為精確。

第二年導入軌跡預測於視覺同步定位與建圖系統中，以建立更為精準的靜態環境地圖。為了排除環境中的移動物對於視覺感測器進行同步定位與建圖的影響，會將物體描述為軌跡預測模型中的圖論關係，預測未來幾幀的動態物體位置。

可跳過障礙物並拾取和放置敏感物體之自平衡雙臂機器人

主持人： Saeed Saeedvand

執行機構： 國立臺灣師範大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-003-023

With highly dynamic external factors such as disturbances and payload variations, locomotion and manipulation on self-balancing Wheeled Bipedal Robots (WBR) remain one of the most difficult control problems. This research proposes a novel ensemble approach to solve a complex multi-task problem on self-balancing WBR, namely the Ensemble Product-of-Experts Deep DRL algorithm (E-PPO). This is a probabilistic policy fusion framework with a multi-task solution for solving self-balancing locomotion, body-height control, dynamic jumping, and asymmetric payload control (up to 10 kg), with handling of external disturbances, both on flat and uneven terrain, on a single learning platform. Our extensive experiments show E-PPO consistently improves multi-task efficiency and control performance. In all of the tested tasks, E-PPO attains the best performance, outperforming the state-of-the-art approaches as well as standard deep reinforcement learning methods. This is demonstrated by (i) being able to stably jump from a high place to the ground with the robot, (ii) converging up to four times faster than PPO, (iii) reaching a higher cumulative reward with more stable training dynamics, and (iv) enabling real-time inference on the robot's onboard computer.

基於多感知交叉專注模型於機器人思考框架及其 AI 加速晶片設計(II)

主持人： 許閔傑

執行機構： 國立臺灣師範大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-003-036

本計畫第一年已順利完成高算力 AI 核心硬體電路設計，第二年度則聚焦於深度增強式學習 (RL) 系統中經驗重播緩衝區 (Replay Buffer) 之認知記憶 (Cognitive Memory, CM) 架構創新與幾何統計驗證。傳統先進先出 (FIFO) 重播機制缺乏對狀態空間涵蓋率的幾何約束，而時序差分優先化 (TD Prioritization) 僅改變取樣選擇而非保留機制。為解決此瓶頸，本年度結合**補充學習系統理論 (Complementary Learning Systems, CLS Theory)**，提出結合先進先出短期記憶與基於觀察空間近鄰距離存取之情節記憶的雙層 CM 記憶體架構。

在 Soft Actor-Critic(SAC)演算法及 ManiSkill2 與 DeepMind Control Suite 等 7 項連續控制任務之驗證中，CM-SAC(我們提出之架構)的經驗轉移資料槽位 (Transition Slots) 容量僅設為基準法 (Baseline) 的 60% (相當於僅佔常態記憶體開銷之 74-79%)。在 35 次獨立實驗中，CM-SAC 之正規化得分四分位數間平均數 (IQM) 顯著領先 Baseline 達 0.308 (95% 分層 Bootstrap 信賴區間為 [0.167, 0.435])。為進一步揭示其性能提升的幾何機制，本計畫使用 Voronoi 均勻度指標 (Voronoi Uniformity Metrics)，經由蒙地卡羅估算實證情節記憶層在觀察空間中展現出顯著更優異且均勻的空間涵蓋率，成功從理論與實證層面克服經驗覆蓋率崩塌之瓶頸，為第三年之全系統 AI 晶片整合奠定堅實之硬體友善演算法基礎。

精準動態體能估測與能量消耗之自主控制系統

主持人： 林俊良

執行機構： 國立中興大學電機工程學系

執行期間： 民國 115 年 01 月 29 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-005-085-MY2

隨全球與臺灣運動健身人口快速增長，跑步已成為最普及的體適能運動。然而，長時間或長距離跑步過程中不可避免的生理與心理疲勞，不僅直接削弱運動表現，更極易導致下肢關節與骨骼的運動傷害。現行市面上的穿戴式智慧設備多仰賴單一的心率變異度(HRV)或乳酸累積進行靜態、絕對閾值判定，由於忽視個體先天生理基準與心理壓力(如精神焦慮不濟)的混淆變因，導致判定準確性與響應速度不足，且實體配戴設備往往會對跑者自然運動模式造成干涉。為回應此一產業痛點與市場核心需求，並配合國科會「精準運動科學研究」建構臺灣運動科技生態系之政策引領，本研究旨在建構一套整合性、動態化且兼具虛實映射與意志自主控制的自適應跑步機智慧監控系統。為達成精準評估，本計畫採取多模態深度整合架構，將系統劃分為教練、跑者、跑步機與訓練模擬四大主體。本研究提出兩大核心技術：首先，利用深度相機擷取頭部動態運動，透過複合評分函數篩選訊號主成分，有效克服運動強烈動態偽影與環境光干擾，開發非接觸式影像心衝擊描記術(iBCG)；其次，整合面部關鍵點動態追蹤，建立個人化空間點位校正機制，開發基於循環神經網路(RNN)之即時疲勞評估模型，實現生理狀態之連續性動態估測。實驗結果證實，系統能於動態運動情境下精準擷取心率關鍵特徵，並有效辨識其疲勞狀態，為運動員提供高精準度、貼近實景且個性化的疲勞管理解決方案。

基於 Paillier 加密結合混淆電路的隱私保護影像去背系統

主持人： 廖德祿

執行機構： 國立成功大學工程科學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006-171

本計畫旨在開發一套結合 Paillier 加密與混淆電路 (Garbled Circuit) 的隱私保護影像去背系統，實現影像於加密狀態下進行安全的前景與背景分割，確保整體處理過程中影像內容不被暴露，進而兼顧影像處理效能與資料隱私安全。本系統採用模組化架構「影像處理模組」與「混淆電路計算模組」兩大部分。首先，輸入影像經 Paillier 加密後，於加密狀態下執行高斯模糊，以降低影像雜訊並平滑物體邊緣。接著，利用混淆電路實作 Sobel 邊緣偵測，從加密影像中擷取輪廓特徵，並將計算結果回傳至本地端進行解密。解密後所得之前景邊緣圖，於本地端進一步進行形態學處理與區域填充，以產生前景遮罩。最後，再次透過混淆電路執行安全的條件判斷，依據遮罩中各像素的值判定其前景或背景歸屬，從而完成隱私保護的前景背景分割。實驗結果顯示，針對背景單純且前景邊界清晰的影像，本系統在 IoU、Precision 與 Recall 三項評估指標上皆可達 75% 以上，具備一定程度的前景分割能力。在運算效率方面，目前單張影像的完整處理時間約為 15 分鐘，主要受到加密運算及混淆電路計算成本的影響，在即時性仍有進一步優化的需求。實驗結果已驗證 Paillier 同態加密與混淆電路技術相互整合於隱私保護影像處理之可行性。

基於 DNN 人工智慧所驅動具有觀測及追蹤控制引導之人型機器人的步行及上下樓梯設計

主持人： 陳博現

執行機構： 國立清華大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-007-101-MY2

目前人工智慧(AI)是大數據訓練導向，但大數據導向 AI 很難直接應用到人造的複雜機器。主要原因是各種複雜環境干擾很難事先取得來訓練，包含不同地面的反作用力、周遭環境隨機干擾、機器人各種 loadings 的改變，甚至模型不確定性及各種對機器人 sensor 量測干擾。這些都不是事先設計時可獲得的，因此很難獲得有效的 big data 來訓練。也就是在機器人模型不確定性量測雜訊都是不可事先獲得，因此機器人的 dynamic model 所產生的 data 就不夠有效來訓練 AI 來估測機器人的狀態，進而精確控制機器人的行為，因此被 AI 放棄，實在很可惜。本研究是根據 H_∞ 強健人型機器人的基於觀測器的人型機器人參考軌跡追蹤控制設計理論，依據最壞情況下的外界干擾及量測雜訊，我們可設計出人型機器人在步行或上下樓梯左腳及右腳一個 walking cycle 的強健觀測及追蹤控制設計。但一個有四個 steps 的 walking cycle 我們必須解四個非線性偏微分的 HJIEs。因此用最壞外界干擾及雜訊進入機器人模型及觀測器產生機器人的狀態數據進入 DNN-based AI，然後用 HJIE-supervised 的深度學習演算法來訓練四個 HJIEs 來達成機器人步行或上下樓梯等可能姿態，只要外來干擾的能量是有限的，機器人的步行或上下樓就能估測及追蹤誤差會收斂到 0。最後用模擬方法並與其他方法比較，來驗證其在人型機器人步行或上下樓梯的設計。

應用 AI 技術於玻璃通孔製程優化與 EdgeAI 之實現

主持人： 董必正

執行機構： 國立中央大學機械工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-008-088

隨著先進封裝朝向高密度互連與高頻應用發展，玻璃通孔(Through-Glass Via, TGV)的成孔品質與製程穩定性已成為玻璃核心基板製造的重要課題。TGV 雷射加工受到雷射頻率、雷射功率、脈衝分割數(Burst)及能量分配等因素共同影響，加工參數與孔形品質之間具有明顯的非線性關係，使傳統試誤法難以有效掌握多項品質指標。因此，本研究結合單孔品質分析、機器學習預測與多目標參數最佳化，進行 TGV 雷射加工品質預測與操作參數最佳化。實驗資料包含 62 組加工條件，每組量測 25 個孔洞，並以孔徑尺寸(Diameter)、圓度誤差(Roundness)及圓形度(Circularity)作為主要品質指標。依據相對圓度誤差與圓形度建立良孔與不良孔判定規則，以降低異常孔對模型訓練的影響。模型輸入包含雷射頻率、雷射功率、脈衝分割數及四項衍生特徵，分別建立良孔平均孔徑尺寸、平均圓度誤差與平均圓形度之預測模型。孔徑尺寸採用支援向量回歸(SVR)，於留一交叉驗證及五折交叉驗證之 R^2 分別為 0.92 與 0.92；圓度誤差採用等權重集成模型(Ensemble Mean)， R^2 分別為 0.89 與 0.87；圓形度 採用高斯過程回歸(GPR)， R^2 分別為 0.84 與 0.78，顯示三項模型在小樣本條件下具有良好的預測能力。進一步採用非支配排序遺傳演算法 II(NSGA-II)進行多目標參數最佳化，以降低圓度誤差及提高圓形度為目標，並透過 Pareto Front 呈現兩項品質之間的權衡關係。最佳折衷條件為 100 kHz、15 W 及 B70，其預測孔徑尺寸、圓度誤差與圓形度分別為 8.195 μm 、1.135 μm 及 0.881。整體而言，單孔品質篩選與機器學習可建立加工參數與孔形品質之預測關係，結合 NSGA-II 與 Pareto Front 分析則可提供不同品質需求下的候選加工參數，作為後續 TGV 雷射加工實驗驗證與參數調整之依據。

超低延遲且輕量的語音辨識深度學習模型(1/2)

主持人： 練光祐

執行機構： 國立臺北科技大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-027-081-MY2

以語音喚醒詞啟動家電已成為智慧家庭的關鍵技術。完整的關鍵字辨識系統由語音活動檢測（Voice Activity Detection, VAD）與關鍵字辨識（KWS）協同運作：VAD 從連續語音中擷取含語音活動的片段，KWS 再針對該片段辨識，以避免靜默期間的無意義運算。以往文獻多將兩者視為獨立系統，串接後常因匹配問題導致性能大幅下降。本計畫將兩者視為完整系統聯合優化，本第一年度計畫致力於開發超低延遲且輕量的語音辨識深度學習模型，研究重點為即時語音活動檢測（Voice Activity Detection, VAD）系統之設計與實現。針對傳統 VAD 閾值設定困難、對複雜背景噪聲響應不足等限制，本計畫提出以深度學習為核心的流式語音活動檢測框架（Streaming VAD, SVAD），採用門控循環單元（GRU）實現幀級即時推理，並配合多重語音特徵融合、強制對齊標籤生成及智慧型閾值機制，大幅提升 VAD 在複雜噪聲環境中的強健性。本年度計畫已完成即時語音活動檢測系統之設計、實作與驗證。基於 GRU 的 SVAD 模型達成每幀 10 ms 週期的即時推理；以連接時序分類(CTC)強制對齊建立之自動標籤生成管線免除人工標註成本，並確保 VAD 標籤與 KWS 資料的一致性；遲滯閾值搭配峰值檢測與最短持續時間的後處理機制則有效降低誤報。整合後之系統準確率達 96.96%，遠高於傳統 VAD 串接之 51.42%，並驗證了 VAD 與 KWS 訓練資料匹配的關鍵重要性，為後續流式關鍵字辨識模型之開發奠定技術基礎。

具時延性之機器手臂反覆式學習控制

主持人： 胡念祖

執行機構： 國立臺北科技大學自動化科技研究所

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-027-104

本計畫首先結合反覆式學習控制 (Iterative Learning Control, ILC) 和最佳化軌跡追蹤器運用於機械手臂，利用此演算法可以減少學習收斂代數並達成有效的軌跡追蹤目的。接著，我們考慮手臂的時延效應，完成具時延性之機器手臂反覆式學習控制。在達成這兩大項的目標後，我們更進一步的對於近年來深度強化學習 (Deep Reinforcement Learning, DRL) 主流技術來進行研究。由於 DRL 面臨收斂速度慢、學習不穩定與高資料需求等因素，因此將會限制其在高精度控制任務中的應用表現。為提升控制效能，本計畫探討將反覆學習控制應用於 DRL 訓練後之優化階段，藉由 ILC 的歷史資料回饋機制進一步提升策略穩定性與追蹤準確性。最後以 UR10 機械手臂為平台，分別比較三種控制方法：純 PPO 演算法、純 A2C 演算法，以及 DRL (PPO) 結合 ILC 之混合策略於軌跡追蹤任務中的效能表現。經由機械手臂的模擬和虛擬實驗結果來驗證本計畫的有效性與可行性。

四旋翼協作運輸及其救災任務-一個基於機器學習及控制障礙函數之群體

內外防碰撞與接觸力限制下的編隊追蹤方法

主持人： 蔡舜宏

執行機構： 國立中山大學電機工程學系

執行期間： 民國 113 月 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：114-2221-E-110-063-MY2

本計畫針對多臺四旋翼協作運輸與救災任務之協同控制問題，發展結合機器學習、控制障礙函數（Control Barrier Function, CBF）與編隊追蹤之防碰撞控制架構。第一年研究完成四旋翼動態建模，並利用即時動態定位（RTK）、全球定位系統（GPS）及座標轉換與飄移補償技術，建立多臺四旋翼之統一分散式座標系統。

在編隊控制方面，以多臺四旋翼協作搬運剛性負載為應用情境，考量負載接觸力所造成之運動限制，結合圖論與領導跟隨架構，設計分布式時變編隊追蹤控制器，並進一步整合控制李雅普諾夫函數與模型預測控制（MPC-CLF），搭配幾何收縮機制，使機群可依環境需求調整隊形尺寸。

在防碰撞控制方面，依據負載安全限制建構控制障礙函數，並以模糊邏輯動態調整其控制參數，再擴展至高階控制障礙函數，以提升複雜環境下之避障能力。最終透過 MPC-CLF 與 MPC-fuzzy CBF 雙控制架構，結合死鎖偵測及隊形收縮脫困機制。模擬與實驗結果顯示，所提方法可有效完成穿梭、繞行及隊形收縮避障，並維持多機協作運輸之安全性，為後續群體協同防碰撞與多任務最佳化研究奠定基礎。

基於加密的多因子身份認證之創新參數綁定：實現高安全性與可靠性

主持人： 林義楠

執行機構： 明志科技大學電子工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-131-033

「身份驗證」與「存取控管」共同構成了裝置或系統和資源的保護網，本研究將存取設備系統功能的使用監測(如遠端門禁開或關狀態)納入身份驗證因子，搭配一次性密碼產生器(OTP)、通行碼(PIN)、無線身分識別(RFID)等身分認證參數，透過 SHA-256 擴展取其半及 AES-128 加密演算法 2 個輸入 1 個輸出的計算，階層式運作綁定多因子身分認證參數，建構成具系統功能狀態的保護網。本研究的實作系統，於「身份驗證」階段，將系統功能的使用狀態(即時監測)，納入身份驗證因子，除了防止未經授權的使用功能，並結合「存取控管」，於驗證失敗立即傳遞告警訊息，從而強化整體系統安全性。透過身份驗證、存取控管和功能監測整合，強化系統安全性，進而在物聯網 (IoT) 安全提供可靠的技術解決方案，以促進公平、安全、和跨界合作的基礎建設。

一個新穎的領域泛化多模態網路應用於道路上自由空間和車道線檢測

主持人： 陳政宏

執行機構： 國立虎尾科技大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-150-052

俯視網格佔用檢測在自動駕駛和機器人感知方面為至關重要的存在。受限於單目相機所帶來的硬件缺陷，無法取得可靠的空間資訊，本研究提出一個多模態與多視角融合的框架。密集深度圖與 RGB 圖像能互相彌補各自特徵的不足，前者提供空間表示，後者提供紋理細節。本研究實驗表示有效地校正融合能提供更為豐富的特徵資訊，使檢測頭更為精準地預測。從正視圖取得俯視預測需經過提取、投影轉換再到解碼，解碼的過程通常需要融合低級的語意來增強細節的表示，對此本研究利用前視的預測結果來強化俯視的預測，藉此提升小物件與物件輪廓的表示。在公開的 NuScenes 資料集中，本模型取得比以前最先進的單模態方法更為優異的表現，在運行速度卻僅增了 0.11 毫秒。相比於多模態的模型，本模型的 mIoU 則提升將近 5%，說明本研究所提出的融合策略的有效性。在有限的運行成本下，本模型具有更優的能效比，更為適合部署於自動駕駛裝置上。

基於模糊高斯混合模型之動物骨架自動生成設計

主持人： 陶金旺

執行機構： 國立宜蘭大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-197-024

近年來的人工智慧等相關領域蓬勃發展，研究與製作更新更強大的模型架構也越來越龐大與複雜，從以前的機器學習，到加速人工智慧發展的深度學習，直至近年研究出來的超大型模型，都是人工智慧研究的一個轉折點；但這些越來越強大的模型，也都是需要最基本的訓練資料，而這些訓練資料基本上都還是由人們利用一些便利的工具去幫助製作這些訓練資料。

本研究主要以研究如何以少量資訊與人為介入的基礎上，實現單張照片主體的影像分割。本次研究對象以犬隻進行影像分割之研究，使用高斯混合模型（Gaussian Mixture Model, GMM）作為本研究之基礎，在單張照片裡以單隻犬隻為主，並結合邊界框（bounding box, bbox）之資訊，再利用本研究所提出的流程，達成分割出單隻犬隻於單張照片中的基礎輪廓。本研究成功利用高斯混合模型與一系列流程，成功於單張影像中分割出單隻犬隻的外觀輪廓，且無需過多人為的介入，達成節省人力部分。

以微處理器實現的多域多階教師知識蒸餾軸承診斷

主持人： 洪崇文

執行機構： 國立雲林科技大學電機工程系暨研究所

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-224-050

相較於雲端運算面臨的延遲與高成本挑戰，機邊端平台具備輕量化與低成本優勢；然而，軸承故障診斷常受限於實際樣本稀少，難以訓練出可靠的模型。為此，本計畫開發以微處理器實現的多域多教師知識蒸餾軸承診斷系統。該系統利用多個具備不同知識特徵的教師模型，透過知識蒸餾演算法將深度知識融合至學生模型，藉此克服樣本匱乏的問題；同時，本計畫開發了適用於微控制器的訓練演算法，將模型訓練與推論直接落實於機邊端平台，實現輕量化邊緣模型訓練，並利用多階教師架構維持模型縮小後的準確率。實驗結果顯示，在多域多教師知識蒸餾的輔助下，學生模型在少量樣本條件下的表現顯著優於常規訓練，具備良好的診斷準確度。此外，在微處理器端訓練出的模型，其準確度與伺服器端相比並無明顯差異，驗證了在微控制器上進行模型訓練與部署的可行性。本研究成果兼顧準確度、能耗與建置成本，可作為智慧製造領域中邊緣端故障診斷的實用解決方案。

狀態延遲系統及輸入延遲系統之低敏感性或強健性狀態觀測器的智能優化設計

主持人：周阜毅

執行機構：國立高雄科技大學電機與資訊學院電機工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-992 -096

本年度計畫針對狀態延遲系統與輸入延遲系統，建立固定標稱 Luenberger 型狀態觀測器並透過整合修正版位移切比雪夫多項式、步進法及粒子群演算法搜尋最佳化 Luenberger 型態狀態觀測器矩陣增益。在共同延遲 0.5 秒、模擬區間 0 至 2 秒、正向單因子偏移百分之 5、10 與 20 的十二組條件下，經本計畫最佳化設計的觀測器矩陣增益相對模擬實驗原始文獻提出之觀測器矩陣增益移植至共同條件後的離設計點基準，風洞模型的估測誤差指標 J_e 降低百分之 99.771 至 99.867，倒單擺車模型的估測誤差指標降低百分之 99.99314 至 99.99318。比較位移切比雪夫步進法與獨立延遲微分方程求解器 dde23 的全域最大軌跡誤差為 4.297×10^{-10} 。

多模態輕度認知障礙智慧模型建構與其臨床醫學診斷驗證

主持人： 林進燈

執行機構： 國立陽明交通大學電控工程所

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 12 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-A49-167

隨著超高齡社會來臨，失智症人口持續攀升，照護需求與社會負擔日益沉重。現階段尚無治癒失智症的藥物，僅能延緩病程，如何在發病前及早診斷並發展可行的預防與介入策略，已成為迫切課題。

輕度認知障礙(Mild Cognitive Impairment, MCI)是失智症的重要前兆，且此階段具可逆性，若能及時介入，患者有機會恢復正常。然而目前精確診斷 MCI 多仰賴較昂貴，具放射性且難以常態追蹤的正子斷層造影，或具侵入性的腦脊髓液檢測，極需一種快速、便利、精準、經濟且具追蹤的方法，以利早期診斷、預防其進展為失智症。因此我們以非侵入性的腦電波(EEG)訊號作為 MCI 檢測生物標記。EEG 可即時反映認知狀態與行為，且具連續監測優勢，適合長期追蹤，以及即時的治療狀態觀察。並在過去一年多來取得超過 200 位包含正常健康者、MCI 患者與失智症患者的靜息態腦波資料。

本計畫以既有臨床資料為基礎，深入分析以時頻域特徵為基底的多種腦波特徵，結合特徵擷取、機器學習方法，並以整合學習建構多模態 MCI 人工智慧預測模型，以因應其複雜性與多樣性。進一步整合醫師診斷資料，驗證 MCI 腦波生物標記的有效性，為輔助診斷與評估提供科學依據。此模型將應用於評估 MCI 患者的治療成效，作為臨床判斷的重要工具。

基於控制點之人工智慧迭代學習循跡控制

主持人： 謝成君

執行機構： 國立中正大學前瞻製造系統頂尖研究中心

執行期間： 民國 114 年 11 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2222-E-194-006

This report presents the first-year results of a two-year project, devoted to the development of a novel control point-based artificial intelligence-enhanced iterative learning contouring control (control point-based AI-ILCC) framework. Although existing ILCC methods have been successfully applied to complex motion systems, to reduce both position and orientation contour errors, two major limitations remain: the need to modify fine interpolation points and the requirement for an accurate system dynamic model. To address these limitations, the first-year research develops an artificial intelligence-enhanced ILCC (AI-ILCC) framework comprising two approaches: data-driven ILCC (DD-ILCC) and reinforcement learning-based ILCC (RL-ILCC). Unlike conventional model-based ILCC approaches, the proposed methods require only input–output data to update the command trajectory and improve contouring accuracy, thereby eliminating the need for an explicit dynamic model while retaining the convergence properties of ILCC. The effectiveness of the proposed framework is validated through simulations of a six-axis industrial robot, demonstrating a 99% reduction in RMS contour error. In the subsequent stage, the remaining AI-ILCC algorithm development and experimental validation will be conducted. The developed AI-ILCC framework will then be extended to control point-based AI-ILCC, in which trajectory control points are adaptively modified without requiring access to fine interpolation points or an explicit dynamic model, thereby improving the applicability of ILCC to commercial CNC controllers and complex industrial motion systems.

基於高階資訊之邊緣裝置可跨場域的直接轉移學習(2/2)

主持人： 陸敬互

執行機構： 國立臺灣科技大學電機工程系

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 30 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-011-094-MY2

近年來隨著人工智慧物聯網 (AIoT) 的飛快發展，部署大量邊緣計算攝影機非常耗費時間與人力訓練成本。因此，本研究先前

計畫透過邊緣裝置對邊緣裝置（簡稱邊對邊）的直接實例、潛藏特徵、高階多面向特徵資訊來進行知識分享與學習，但是知識轉移具有不同層級的細緻度可以利用，更可進一步提升辨識效能、提升隱私並降低頻寬。因此，本研究在前一年度採用高階多面向特徵資訊來做模型層級轉移學習之後，本年度進一步探討跨場域情境，並著墨於兩項關鍵研究缺口：第一個問題是「模型配對的頻域資訊被忽略」以及「異構模型沒有自動對齊與融合機制」，提出對應的技術。結果顯示，在與最新研究相比，考量「模型配對的頻域資訊」後，使高相似度錯誤配對率由 17.2% 降至 0.5%。加入「異構模型自動對齊與融合」後，相較既有方法，我們平均準確率提升 2.445%，正向平均準確率提升 2.928%，融合成功率提升 9.564%，模型融合時間可大幅縮短 98.69%。兩者同時結合後，平均準確率提升 3.428%，融合成功率提升 21.5%。本研究的貢獻主要是在不依賴集中伺服器下，首度提出前述跨場域直接邊對邊轉移學習，讓邊緣裝置上的有限資源可以受到更有效的運用，更能發揮 AIoT 邊緣運算與邊緣學習應有的效益。

應用於星載及機載之智能移動物件偵測與辨識系統設計與研製

主持人： 李佩君

執行機構： 國立臺灣科技大學電子工程系

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-011 -102 -MY2

本計畫整合事件相機（Event Camera）與衛星及無人機平台，開發智慧型移動目標偵測與辨識系統，以實現即時避障與危害預警。兩年期計畫首先以 FPGA 加速輕量化脈衝神經網路（Spiking Neural Network, SNN）模型，驗證系統可行性；後續提出 Compression-Aware Event Transformer（CA-EvT），進一步導入更高效能的模型，並設計專用 ASIC 加速器，實現機載即時空中威脅偵測與危害警示。整體研究涵蓋模擬分析、資料集建置、模型最佳化、硬體加速器設計及無人機實地測試，最終建立一套事件驅動式智慧感知架構，以提升目標偵測的準確度、強健性與即時反應能力，應用於星載與無人機平台的危害監測及態勢感知，在計畫期間，我們的研究團隊發表了 13 篇期刊論文和 18 篇會議論文。

建立生成式 AI 與演化計算合作求解流程於工業機器人與連桿機構逆運

動學多重解之研究

主持人： 陳秋宏

執行機構： 逢甲大學機械與電腦輔助工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 12 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-035-070

本專題研究計畫案之目的為結合生成式 AI 與演化計算，建立多生成式模型共同求解多重逆向運動學(IK)解問題。由於 IK 問題的解空間具有一對多映射，基於神經網路的求解方案，將具有高挑戰性。因此，計畫中首先發展多重解分佈評估法則(MDE)，並整合小生境遺傳基因演算法與區域搜尋(NGA-LS)方法，搜尋資料集最佳分解法則，藉以減少一對多映射，建立適當的子資料集；接著，各子資料集訓練對應的 GAI 模型，形成多 GAIs(mGAIs)合作求解方案。計畫中並以兩類機構系統驗證 IK 求解效能，包含具冗餘自由度工業機器人點到點加工問題與連桿機構路徑耦合問題，進行實驗。由於這兩類機構的運動學特性在學理上分別屬於開迴路及閉迴路形式，具有代表性，很適合做為研究標的。根據實驗結果顯示，對於具有冗餘自由度的七軸機器人，如果其結構為具備腕部關節者，採用 mGAIs 求解 IK 解，可以得到比單一 GAI 更好或相近的品質；但對於不具備腕部結構者，則 mGAIs 並無優勢。另一方面，對於四連桿機構路徑耦合問題，本計畫提出以 Fourier Descriptors 表現方式進行路徑型態正規化及取樣校正，並採用 NGA-LS 得到分解規則，分割資料集訓練的 mGAIs 的結果，則明顯比採用單一 GAI 方案的求解品質更好；此外，相較於文獻中採用條件生成對抗網路(cGAN)及條件變分自編碼器(cVAE)的方法，在連桿機構耦合解的多樣性及精確性兩方面也都表現更好，而相較於感知對比生成對抗網路(PcGAN)，則在相近的多樣性下可以得到更精確地解。整體而言，mGAIs 對於求解連桿機構耦合問題，更具有優勢。

微流體晶片與無人機系統整合於微塑膠檢驗之研究

主持人： 蔡松霖

執行機構： 國立虎尾科技大學飛機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-150-049

本研究旨在發展一套結合無人機、微流體晶片及電化學阻抗量測技術之可攜式水域環境監測系統，針對具潛在危害或污染之水體進行遠端採樣及微塑膠現地篩測，以降低人員直接進入受污染環境所產生之安全風險。系統將自行設計之微流體晶片整合於無人機酬載內，晶片通道尺寸為長 2 mm、寬 0.6 mm 及高 0.35 mm，並配置 10 支交錯指叉式電極，電極寬度為 0.084 mm、長度為 0.6 mm 及間距為 0.145 mm。採樣機構利用步進馬達驅動注射器產生壓力變化，使水樣自動吸入及排出微流體晶片，並於連續流動過程中利用可攜式 PmodIA 模組執行固定頻率電化學阻抗頻譜量測，以取得微塑膠通過感測區域時所產生之阻抗變化。量測項目包括阻抗實部、虛部、阻抗振幅及相位角，藉由分析微塑膠與電解質溶液之電性差異所造成的訊號變化，建立微塑膠污染之特徵電化學訊號。另外，為提升阻抗量測系統之量測範圍與適應性，本研究進一步改良 Digilent PmodIA 架構，整合 Analog Devices AD5933 阻抗轉換器、ADG849 類比開關、ATmega328P 微控制器及外部精密參考電阻矩陣。移除原有回授電阻路徑並引出訊號節點，使外部參考電阻矩陣可作為可切換之 Reference Feedback 回授路徑。透過多組不同阻值之精密電阻、自動量程切換及多點校正機制，系統可依據待測阻抗範圍選擇適當回授電阻，並改善不同負載條件下之量測線性與準確度。系統以 CN0349 平台進行功能驗證，選用 0.1、1.2 及 10 k Ω 電阻作為待測元件，結果顯示控制邏輯能正確判斷負載範圍並完成相對應之回授電阻切換。在 10 k Ω 測試中，部分頻率點之最大相對誤差約為 3%，大部分頻率範圍則可控制於 1.5% 以下，且 80–100 kHz 區間之誤差約收斂至 0.5%。此外，與近期相關阻抗量測方法比較，本研究提出之自動切換架構可在維持良好量測準確度的同時，降低 ANN 校正及複雜 MUX 補償所需之運算與硬體複雜度。綜上，本研究建立之系統兼具遠端採樣、微流體 操控、固定頻率電化學阻抗頻譜、自動量程切換及安全控制功能，可在無人機有限之重量、體積及功耗條件下執行現地水樣分析，並為後續水域微塑膠污染分布調查及可攜式生物阻抗與環境感測應用提供技術基礎。

電動車微電網系統之智慧型能源控制及其商用充電場域應用(2/3)

主持人： 陳瑄易

執行機構： 國立臺灣師範大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：113-2628-E-003-002-MY3

隨電動車與再生能源蓬勃發展及國內電力供應限制，本計畫致力發展智慧型能源控制技術，透過市電、儲能系統、電動車與再生能源間之有效調度，提高能源效益並降低用電成本。本計畫為期三年，計畫第一年已完成完整之電動車微電網系統建模與測試平台，並建立基礎之併網與功率控制技術。基於此平台，第二年進一步深耕智慧控制與強化學習策略：在車輛端與充電排程上，導入徑向基底函數神經網路實現車速與耗能預測，並結合模型預測控制依據各電動巴士之即時需求最佳化分配充電功率；在系統級能量管理上，則綜合負載大小、太陽能發電量與即時電價等資訊，創新導入結合安全屏蔽層之近端策略最佳化演算法，在確保動態負載排程與峰值功率不超過電網契約容量的絕對前提下，自主實現多車微電網經濟套利。此外，本年度已順利建置虛實整合之硬體迴路實驗平台，驗證控制策略在現實環境下的即時通訊可靠度，並開發模組式人機視覺化介面，直觀呈現能源調度與車隊監控資訊。硬體實測結果證實，本計畫所發展之技術能有效兼顧微電網系統之絕對安全、操作彈性與經濟效益，為第三年場域落地應用奠定良好基礎。

混和擾動響應分解之敏感度分析與實驗驗證

主持人：王富正

執行機構：國立臺灣大學機械工程學系暨研究所

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-002 -178 -MY2

本計畫分析混和擾動響應分解 (hybrid disturbance response decoupling; HDRD) 控制架構對於參數變動的敏感度，並透過模擬與實驗驗證對於性能的影響。在多變數系統中，因為各個輸入與輸出傳輸路徑的耦合，控制器設計往往需要在多項性能之間進行取捨，所以不容易單獨針對所有傳輸路徑進行最佳化控制。我們之前提出 HDRD 控制架構，能夠同時且獨立地改善所有路徑的控制效果，讓每一條路徑都可以依照性能需求進行單獨設計。然而，HDRD 架構是以系統模型為基礎，當元件老化、負載改變或環境干擾使系統參數偏離原本設定時，原先的解耦效果可能變差，控制性能也會跟著下降。因此，本計畫探討 HDRD 控制架構對參數變異的敏感程度，以及系統性能的影響。

在第一年的研究中，我們以四分之一車主動懸吊系統為例，首先以單一參數逐一變動的方式，討論各個物理參數對控制性能的影響；其次則用蒙地卡羅法讓多個參數同時隨機變動進行模擬，建立了一套兩階段的敏感度評估流程，並從中挑選出兼顧性能與強健性的最佳控制器。在接下來的第二年，我們將把這些分析結果帶到實驗平台上，重現參數變異的情況並量測被動與主動控制的響應，用實驗驗證數值分析的正確性，讓模擬與實驗能夠互相印證。

一類具未知非線性項的時變非線性系統的控制器設計

主持人： 吳政郎

執行機構：國立台灣海洋大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-019-056

This project proposes a novel approach to the design of universal stabilizing controllers for time-varying canonical nonlinear time-delay systems with unknown terms. A new method is developed to periodically estimate the instantaneous values of the unknown terms. Based on these estimates, a stabilizing controller is designed to compensate for the resulting estimation errors, and a control Lyapunov function is constructed to establish the stability of the closed-loop system. The proposed stabilization framework is further extended to the tracking control problem for time-varying canonical nonlinear time-delay systems with unknown terms. Finally, two numerical examples are presented to demonstrate the effectiveness of the proposed approach.

基於懲罰法之具狀態與輸入限制條件的離散時間非線性控制系統控制器

設計：非正規情況

主持人：吳政郎

執行機構：國立台灣海洋大學電機工程系

執行期間：民國 112 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 112-2221-E-019 -036 -MY3

本計畫第三年將在非正規假設下，針對初始狀態位於安全區域之外，且具有狀態與輸入非線性限制之離散時間非線性系統，分別研究穩定控制與 l_1 -gain 控制問題。研究目標為設計適當的控制輸入，使系統狀態能儘快進入安全區域，並在滿足所有限制條件的情況下進一步收斂至原點。當原始狀態限制條件不可行，即不存在滿足所有限制條件的控制輸入時，將透過適當修正限制條件，將原問題轉化為可行的控制問題。在此基礎上，本計畫將建立一套基於懲罰法 (penalty method) 的控制設計方法，並分別將穩定性與 l_1 -gain 性能指標所對應的控制設計問題轉為為雙階段非凸最佳化問題。進一步地，提出一種數值求解方法，於每一取樣時刻即時求解所建立的最佳化問題，並結合所提出的雙階段自適應最大梯度演算法，以獲得最佳化問題的局部最佳解，進而決定當下的控制輸入。最後，透過數值範例驗證所提出方法的可行性與有效性。

基於生成式 AI 之機器人導航、手臂控制及人機協作技術開發

主持人： 林惠勇

執行機構： 國立台北科技大學資工系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-027-096-MY3

本年度研究以計畫中之自主導航與環境語意理解模組為主，聚焦於未知室內環境下之零樣本目標物件導航任務，作為後續年度整合操作與互動模組之基礎。提出一套結合大型語言模型與骨架拓撲圖之語意導航系統。系統以 RGB-D 影像與機器人位姿作為輸入，首先建立包含障礙物、已探索區域之多通道地圖；接著由自由空間與探索邊界萃取骨架結構，建構 Skeletal Topological Graph，使原本連續且複雜的可行走空間可被轉換為具策略意義之拓撲節點與邊。透過此表示方式，系統能將導航決策對象由大量地圖格點簡化為少數候選節點，降低高層決策複雜度，並提升導航策略之可解釋性。在語意推理方面，本研究整合 Grounding DINO 進行開放詞彙物件偵測，並使用 GPT-4o 產生場景描述、房間類型判斷與候選節點語意評分。系統針對每個候選節點蒐集其周圍視覺觀測，分析可見物件、空間布局與目標物件之語意關係，再由大型語言模型推論選擇最具潛力的節點作為下一個導航目標，形成從感知、建圖、語意推理到導航控制之閉迴路流程。

多分類肝腫瘤病理切片之深度學習分類系統研發及臨床診斷輔助軟體系

統設計(2/3)

主持人： 陳永耀

執行機構： 國立臺灣大學電機工程學系暨研究所

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-002-186

肝細胞癌（Hepatocellular Carcinoma, HCC）與膽管癌（Cholangiocarcinoma, CC）為東亞地區常見的惡性腫瘤。由於兩者之臨床治療方針差異甚大，準確辨識切片組織類型對醫療決策至關重要。全玻片影像（Whole Slide Image, WSI）為電腦輔助診斷提供了豐富資訊，但由於病患個體差異，傳統深度學習模型在臨床病例上的泛化能力仍顯不足。為突破此瓶頸，本研究旨在建構兼具高泛化性的自動化輔助診斷系統。本年度研究於技術與架構上達成三項突破。首先，引入 Vision Transformer（ViT-Small）取代傳統卷積神經網路（EfficientNet-B0），能更精確捕捉全域病理結構關聯。其次，針對膽管癌間質增生易與肝硬化背景產生混淆的問題，將纖維化組織（Fibrosis）獨立劃分為第四類別，從特徵空間上排除背景基質干擾，純化腫瘤核心特徵。最後，融合腫瘤生長具備局部群聚與空間連續性的醫學特性，開發空間幾何偽標籤校正演算法，並將其整合至測試期自適應（Test Time Adaptation, TTA）閉環架構中，測試無需專家重新標註即可對全新未知切片進行即時線上自我校正的決策邊界優化系統。實驗結果顯示，在全新病例測試中，ViT-Small 基於 100 張玻片訓練之三分類（HCC、CC、Normal）總體正確率達 88.22%。在加入纖維化的四分類任務中，核心三類別之全新病例泛化正確率亦能維持在 87.74%。更重要的是，當使用在測試期自適應機制後，四分類系統成功克服了傳統半監督學習的錯誤累積與確認偏誤，將全新病例的平均診斷正確率由初始基準的 83.41%穩健提升至 86.13%。本研究成果驗證了 ViT 架構、特徵純化與空間自適應機制的臨床價值，為數位病理自動化分析提供了具備高精準度與抗躁能力的 AI 輔助診斷解決方向。

應用標準差資料處理方法於以智慧型手機內建感測器為基礎之行為辨識 系統研發

主持人：李俊賢

執行機構：國立臺北科技大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-027-101

Recently, in the research on human activity recognition using wearable sensors, most existing deep-learning-based approaches use the spectrum or image encoding methods to enhance the original data features when performing data preprocessing of the sensor signals. However, these methods would lead to consuming much more computation and storage resources. Therefore, based on deep learning convolutional neural networks, this research proposes a human recognition system by using the typical standard deviation data processing method in statistics to directly screen and correct the deviation of the original sensor data in a smartphone application scenario. Finally, experimental results have proved the viability of the proposed approaches.

具服務需求意圖判斷之年長者照護機器人系統(II)

主持人： 邱謙松

執行機構： 中原大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-033-035

本計畫目的為利用影像和語音感測技術設計服務需求意圖判斷決策系統，應用於長照環境中主動偵測年長者需求想法，令照護機器人適時給予協助或鏈結照護迴路，降低長照壓力。計畫規劃為兩年完成，本年度為第二年計畫，著重在語音意圖判斷技術開發以及製作移動照護機器人平台。首先著重在不同情狀況下的口語需求表達特徵收集，接著使用 VITS(Variational Inference Text-to-Speech)語音克隆技術擴充數據集，生成更多語音樣本，以提升模型的泛化能力，利用 Whisper 與 BERT 建立語音辨識模型，產生符合 NLP 模型辨識的文本，並以強化式學習訓練文本對應的服務需求意圖。另外提出多標籤動作辨識的 BiLSTM 網路模型來辨多動作同動的肢體動作意圖意含。最後在 ROS 架構中，依據辨識結果、信心值與時間同步資訊進，設計模糊決策設計多模態的 Intent Fusion Server，將動作與語音意圖整合決策出對應的機器人反應動作，並由移動平台與 OpenManipulator-X 執行物品遞送或通知照護人員來完照護服務。實驗結果顯示，本系統可完成由多模態感知、意圖辨識、語音辨識、決策融合至實體服務執行之完整流程，可作為智慧年長者照護機器人之應用基礎平台，具有高度應用潛能與創新性價值。

結合腦控與自控排程之個人化手部外骨骼復健系統設計

主持人： 楊佳燕

執行機構：中原大學生物醫學工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-033-036

中風是造成上肢運動功能障礙的主要原因之一，傳統復健多依賴治療師被動帶動，缺乏大腦主動參與，難以有效誘發感覺運動皮質區之神經可塑性。因此，本研究旨在開發一套結合運動想像腦機介面與力肌圖感測之個人化手部外骨骼復健系統，建構大腦-肌肉-外骨骼之閉環神經復健機制。系統整合主動腦控與被動自訂排程兩種模式，並搭載具即時視覺回饋與復健成效分析之多功能數位介面。大腦運動意圖解碼方面，本研究先採用大型公開資料庫進行通用模型之預訓練，建立基礎特徵萃取能力；隨後導入遷移學習技術，針對 10 名實測受試者之數據進行策略性微調。實驗結果顯示，專屬個人化模型僅需不到 30 秒即可完成微調建置。於二分類任務中，EEG-ITNet 採用解凍分類層與小尺度時間卷積核之策略，經 3 折交叉驗證平均準確率顯著提升至 75.95%，個體最佳表現更達 95.24%，證實此架構能有效克服跨受試者間之腦波特徵變異。硬體設計與安全防护方面，末端手套總重僅 300 公克，重心後置於前臂，極小化患肢之動態負載；台架力學測試證實驅動機構能穩定提供臨床足額之屈伸拉力與關節活動角度，且整體系統從意圖觸發至馬達響應之端到端延遲控制於毫秒級範圍內，符合即時控制需求。此外，系統建置硬體迴路驗證平台：在 160 Hz 精確串流模擬大腦意圖同時，感測模組進行 100%實體即時監控，一旦偵測到肌肉痙攣或異常張力，能瞬間觸發實體安全鎖定強制停機，於物理端嚴格保障人機安全。綜合而言，本研究成功整合腦波意圖解碼與手部外骨骼致動，建立具個人化控制與安全監測機制之閉環復健系統，並初步驗證其軟硬體整合與即時控制之可行性。未來期望結合便攜式乾式腦電儀，實現完全無線化實時腦控，並拓展至診所、社區及居家遠距醫療，提供智能化與高安全性之創新數位健康解決方案。

針對居家心律不整檢測應用之神經網路開發與 SoC-FPGA 實現

主持人：湯松年

執行機構：中原大學資訊工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-033-037

This project developed a hybrid one-dimensional (1D) CNN/GRU (Convolutional Neural Network / Gated Recurrent Unit) using a combination of 1D-CNN and GRU models to enable the effective arrhythmia detection for electrocardiogram (ECG) signals. We used the SoC-FPGA platform based on a software (SW)-hardware (HW) co-design scheme to implement the inference engine of the CNN/GRU model. Our scheme accelerated the CNN-layer operations in the FPGA HW while the GRU-cell and joint decision operations were executed using the SW in SoC CPU, which could demonstrate the binary (normal or abnormal) ECG detection of 99.5% accuracy.

使用機器學習與矽晶片技術於居家、社區及長照機構快速檢驗泌尿道感

染與細菌抗藥性

主持人： 陳浩瑋

執行機構： 私立高雄醫學大學附設醫院泌尿部

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 30 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-037 -006

本研究團隊於 114 年度申請之國科會計畫(114-2221-E-037 -006)，題目為「使用機器學習與矽晶片技術於居家、社區及長照機構快速檢驗泌尿道感染與細菌抗藥性」，於計畫執行期間，透過高雄醫學大學感染科微生物實驗室與國立中山大學之跨領域合作，在有限時間與經費下完成關鍵概念驗證（proof-of-concept）。本研究選用具代表性之抗藥性菌株 *Escherichia coli* ATCC 35218（具 blaTEM-1 抗藥性基因）與非抗藥性菌株 *Escherichia coli* ATCC 25922，並設置對照組，成功以恆溫環形核酸增幅法（LAMP）辨識抗藥性相關分子特徵，並觀察到其反應曲線與反應後尿液理化性質（如 pH 值）之差異。進一步結合人工智慧分析方法後，已可有效區分泌尿道感染中最常見具抗藥性與非抗藥性之大腸桿菌菌株，顯示本研究路線在非侵入式抗藥性鑑別上的可行性。

應用人工智慧建構急診高齡患者重症預測模型

主持人： 李容婷

執行機構： 國立中山大學學士後醫學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-110-069

台灣於 2025 年正式邁入超高齡社會，急診壅塞及高齡患者照護需求日益增加。高齡患者常因多重共病及生理功能退化，使嚴重病況表現不典型，增加傳統檢傷錯誤分類的風險。本研究應用人工智慧，利用患者抵達急診時的初始檢傷資料，預測高齡患者發生嚴重病況的風險。本回顧性研究納入 2016 年 1 月至 2025 年 7 月於國立成功大學附設醫院急診就醫之高齡患者。預測變項包括人口學特徵、病史、生命徵象及主訴。主要臨床結果為病患抵達急診後 48 至 72 小時內發展為重症，其定義為需要住院、即將發生危及生命的重大事件（如休克、心搏驟停）或於急診死亡。本研究建立並比較 XGBoost (XGB)、隨機森林 (RF)、人工神經網路 (ANN) 及邏輯迴歸 (LR) 四種機器學習模型，並以 SHAP (SHapley Additive exPlanations) 分析特徵重要性及模型可解釋性。本研究共納入 201,645 名非外傷高齡病患 (≥ 65 歲)，分為訓練集 ($n=114,465$ ；重症率 10.6%)、驗證集 ($n=28,617$ ；重症率 10.5%) 與測試集 ($n=58,563$ ；重症率 10.7%)。其中 XGBoost 表現最佳，測試集 AUROC 為 0.867、AUPRC 為 0.525，敏感度 0.756、特異度 0.818、PPV 0.332、NPV 0.966 及 F1-score 0.461。次族群分析中，該模型在 65–84 歲病患中展現了強大的預測表現，儘管在 ≥ 85 歲的病患中表現略微下降。女性患者的預測準確度高於男性，而在主訴次族群分析中「泌尿系統症狀」有最佳的預測表現。SHAP 分析顯示，高急迫性檢傷級數、救護車送醫及較高主訴分數為重要預測因子。心肌梗塞病史雖平均 SHAP 值較低 (0.1)，但在蜂群圖呈現明顯正向影響，顯示其存在時可能為重要的嚴重病況指標。本研究建立之 AI 模型僅使用 9 項急診早期臨床特徵，即能有效進行高齡患者嚴重病況風險分層，具有協助早期辨識高風險患者、優化醫療資源配置及提升患者安全之潛力。

實現臉部表情捕捉和肢體骨架睡姿辨識為基礎分類器於嬰兒猝死症 (SIDS)預防照護系統之研製

主持人： 賴香月

執行機構： 國立勤益科技大學電機工程系、台南市立醫院(委託秀傳醫療社團法人)

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-167-050

引起嬰兒猝死症(Sudden Infant Death Syndrome, SIDS)意外事件有諸多的原因，包含寶寶因感染引起上呼吸道或下呼吸道氣管阻塞，或者因俯睡導致 SIDS 意外事件等諸多原因，皆會造成突然無法呼吸而窒息的意外事件，寶寶正確的仰睡姿勢及安全的睡眠環境，可有效降低 SIDS 發生的機率，根據台灣衛福部(Taiwan Ministry of Health and Welfare, TMOHW)近五年來的統計資料，出生率嚴重遞減與死亡率逐漸上升(台灣新生兒和嬰兒死亡率分別為千分之 2.4 人和 3.6 人)，如圖 1(a)和 1(b)所示，也比鄰近的日本(千分之 0.8 人和 1.8 人)和韓國(千分之 1.3 人和 2.5 人)比例還高，SIDS 在全世界各地都有可能發生，並且沒有種族或地域上的差異，再加上世界各國普遍少子化的現象，更應該重視寶寶的健康照護及預防 SIDS 意外事件的發生。本研究計畫在為期一年(114 年-115 年)的執行期間，實現了兩大目標，建構「OpenCV + YOLOv10 based Classifier + DFL (Distribution Focal Loss) + VFL (VariFocal Loss) + SGD (Stochastic Gradient Descent) Optimizer」和「OpenCV + SIG(Skeleton Information Graph) + PGCN (Polar Graph Convolutional Neural Network) based Classifier + MCE (Masked Cross Entropy) + SGD Optimizer」兩個分類器模型，分別實現一套「臉部表情辨識」和「睡姿辨識」功能，可在寶寶睡眠期間可自動監視其臉部表情(包含正常臉(Normal)、開心(Smile)、睡覺(Sleep)、和哭泣(Cry)等四種表情)與睡姿(仰臥(Supine)、俯臥(Prone)、側臥 (Lateral positions))等狀況。當監視系統偵測到異常狀況時，會發出警報來警示新手父母或護理人員，並輔以近紅外光(NIFL)溫度感測器來量測寶寶的額溫。同時，也考慮監視寶寶的數位影像資訊安全，在公開通訊頻道傳遞時，可確保寶寶數位影像的隱密性和安全性，應用進階區塊對稱式加解密演算法，可在不同區塊使用相同演算法與不同的密碼來加解密數位影像，進而增加數位影像的資訊安全。期望本研究計畫所發展的監視照護系統，在寶寶發生不適感時，能夠在黃金的五分鐘內確定臉部表情、睡姿、及額溫等異常的資訊，可防止突然無法呼吸或窒息的意外事件發生，提升寶寶照護安全和資訊安全，期望在安全監視條件下對降低 SIDS 發生率能夠有所貢獻。

基於對抗式學習與自注意力機制之眼底鏡影像的動靜脈血管自動分析

主持人： 李建德

執行機構： 長庚大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC114-2221-E-182-055

本計畫建立一套多階段的視網膜血管分割系統，能夠同時高精度地完成血管分割與動脈、靜脈的分類。該系統以 W-Net 架構為基礎，並整合注意力門控與生成對抗網路(GAN)精化模組，以提升血管邊界的清晰度與細節表現。為改善動脈/靜脈的分類準確度，本計畫提出具有深度監督的動態二分類轉多分類融合機制，能有效降低類別內部的混淆情況。同時，自適應損失加權策略在訓練過程中會自動凸顯與任務相關的血管結構。實驗在 DRIVE-AV 與 HRF-AV 資料集上均顯示出本方法具備良好的穩健性與泛化能力。在不同品質的眼底影像(包含低對比度或含有雜訊偽影者)下，仍能維持穩定表現，顯示其於臨床應用中進行全面性血管分析的潛力。

應用於寵物生理訊號感測之非侵入式無線雷達系統研製

主持人： 張家宏

執行機構： 國立雲林科技大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-224-047

隨著少子化與高齡化，寵物陪伴需求快速成長，台灣寵物相關產業家數由 107 年的 6,486 家增至 111 年的 8,335 家，銷售額由 266 億元增至 387 億元。然而現有商用寵物生理訊號監測產品多需將貼片或探棒穿戴於寵物身上，容易造成不適與緊張。本計畫以無線感測雷達為基礎，研製應用於寵物生理訊號感測之非侵入式無線雷達系統，目標為在寵物屋內 1 公尺範圍內連續量測呼吸率與心率；系統將射頻振盪器、低雜訊放大器、混頻器、包絡檢測器與切換式電容濾波電路以晶片整合，並搭配天線、微處理器及藍芽/Wi-Fi 無線傳輸模組。研究成果包含系統架構規劃與前端收發電路設計，晶片下線以及收發模擬測試等，可成功量測到生理訊號。後續將完成濾波之類比與數位處理模組、天線之整合系統測試等，以適應性濾波演算法處理干擾，於寵物屋內進行實測驗證。

開發精準針對海馬迴部位之非侵入性經顱電刺激裝置並研究其在阿茲海默症的治療潛力

主持人： 郭書麟

執行機構： 國泰綜合醫院麻醉科

執行期間： 民國 114 年 07 月 01 日至 115 年 06 月 30 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-281-001

阿茲海默症（Alzheimer's disease, AD）是一種進行性神經退化性疾病，目前治療選項仍相當有限。時序干涉式經顱交流電刺激（temporal interference transcranial alternating-current stimulation, TI-tACS）是一種非侵入性神經調控技術，利用兩組高頻電場在深部腦區產生低頻包絡訊號（envelope），以達到深部腦刺激效果。

本研究開發一套可程式化的 TI-tACS 系統，分別輸出 2.00 kHz 與 2.01 kHz 電流，藉由兩者干涉產生 10 Hz 的低頻包絡訊號。刺激治療後，利用氟-18 去氧葡萄糖正子攝影（18F-FDG PET）評估大鼠腦部代謝變化，結果顯示刺激後局部腦區葡萄糖攝取增加，顯示 TI-tACS 可有效調節腦部神經活動。

進一步的治療效果則於雌性 5×FAD 阿茲海默症模式小鼠及同齡雌性 C57BL/6 對照小鼠中進行評估。小鼠於 6–8 週齡完成背景行為測試後，分別於 3–5 月齡、7–9 月齡及 11–13 月齡三個時期接受每週一次、每次 1 小時的 TI-tACS 刺激。研究期間以縱向方式進行多項行為評估，包括開放場域測試（open-field test）、高架十字迷宮測試（elevated plus-maze test）、旋轉桿測試（rotarod test）及莫里斯水迷宮測試（Morris water-maze test），以評估小鼠的活動能力、焦慮行為、運動協調能力及空間記憶功能。

此外，於不同年齡階段收集血液與腦組織樣本，進行生化、組織學及免疫組織化學分析，以評估與阿茲海默症相關的病理變化。此縱向研究設計可用於評估 TI-tACS 在阿茲海默症不同疾病階段的治療效果。研究結果顯示，TI-tACS 具有調節腦部葡萄糖代謝及改善阿茲海默症相關神經功能障礙的潛力，可望成為一種具發展前景的非侵入性神經調控治療策略。

以智慧音箱內建麥克風陣列實現跌倒偵測系統

主持人： 姚書農

執行機構： 國立臺北大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 01 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-305 -009

因為臺灣的非婚化和少子化造就了單身家庭數量的增加，獨居因為得不到家人的扶助，遇到意外事件無法及時處理，尤其政府為了照顧獨居老人而財政負擔加重。單身家庭將明顯改變經濟和社會構成單位，現今臺灣已開始面對這種變化。此計畫將改造家用的智慧音箱，使其具備智慧照護的功能。跌倒是老年人在家中常見之不良事件之一，雖然目前已有智慧手錶可以偵測跌倒事件，但是通常在浴室洗澡不會穿戴手錶，而浴室又是發生滑倒的高風險區域，所以此計畫完全使用麥克風陣列收集的聲響作為偵測功能。在硬體上，以四個全指向的麥克風單體辨別聲音方向，確認音源位置。在硬體架構完成之後，我們以軟體演算法去除浴室空間殘響，提升音箱的語音辨識精準度，在實際應用場景中，direct-to-reverberant ratio 提升了約 3.6 dB，且 spectral deviation 降低了 53%以上。

基於遠距光體積變化描記圖之血糖異常篩檢系統

主持人：吳炳飛

執行機構：國立陽明交通大學電控工程研究所

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 117 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-A49-103-MY3

糖尿病病程常於無明顯症狀下持續進展，患者往往對血糖波動難以自覺，致使臨床介入時機延誤。現行血糖監測方式主要仰賴侵入性或接觸式感測器，不僅增加邊緣運算部署之複雜性，亦阻礙其與日常生活之無縫整合。有鑒於此，本研究提出一套輕量化非接觸式糖化血色素估測框架，僅需 60 秒之臉部影像即可完成估測。於第一年度計畫中，本研究分別於國立陽明交通大學與臺北榮民總醫院完成資料收集，共納入 77 位及 101 位受試者之生理數據，並依據受試者之長、短期生理特徵，成功建構初代血糖估測演算法。此外，本研究亦建立自動化訊號品質評估機制，以有效排除外部干擾對模型預測結果之不利影響。最後，本研究成功將血糖估測模型部署至智慧型手機，以利使用者進行日常血糖自我監測，相關研究成果已投稿至 IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics (JBHI) 期刊。

偏頭痛的精準醫療診斷：機器學習驅動的形態生物標記碎形維度分析

主持人：饒啟文

執行機構：國立陽明交通大學生醫光電研究所

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-A49-159

背景：偏頭痛診斷目前仰賴臨床共識標準。儘管神經影像學持續進步，陣發性偏頭痛 (Episodic Migraine, EM) 仍缺乏敏感且可靠的形態學生物標記。碎形維度 (Fractal dimension, FD) 作為一種新型形態學指標，能捕捉微小的皮層變化，提供比傳統大腦皮層厚度 (Cortical Thickness, CT) 更精準的大腦褶皺定量分析。方法：本研究納入 50 名 EM 患者與 50 名配對的健康對照組 (Healthy Control, HC)，透過 MRI 對腦半球、腦葉及 68 個皮層區域進行 FD 與 CT 分析。經資料正態性檢定後，採用校正後的 t 檢定與置換檢定評估組間差異，並透過無監督 k-均值聚類評估分類效能。結果：FD 的數據變異度較低且分佈更窄，較 CT 顯現出更顯著的皮層改變 (尤以顳葉最為明顯)。值得注意的是，FD 獨特地發現了島葉 (與高頻偏頭痛發作相關) 的結構變化，而 CT 則未發現差異。此外，基於 FD 的分類器區分 EM 與 HC 的準確率達 81.62%，顯著優於 CT 的 54.03%。結論：相較於傳統方法，基於 FD 的結構 MRI 分析在檢測偏頭痛相關皮層變化上具更高敏感性，即使是過去 MRI 無法察覺的低頻微小變化亦能有效識別，未來有望支援臨床診斷並實現自動化篩檢。

發展人類順式調控模組辨識和機制研究模型並建立基因醫學工具以分析 與疾病相關的順式調控模組變異

主持人： 楊子賢

執行機構： 國立成功大學生物醫學工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 117 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2628-E-006-007-MY3

本計畫旨在克服現行順式調控模組之計算分析模型受限於特定細胞、標註稀缺及跨物種泛化不足之瓶頸，並開發出一套通用於果蠅與人類細胞之跨物種深度學習分析流程。本年度為多年期第一年的執行期，在本年度中，已完成跨物種表觀基因體與多體學資料(ChIP-seq、Hi-C 與 CAGE-seq)之標準化前處理管線建置，並整合 REDfly、ENdb 及 VISTA 等實驗驗證資料庫，嚴格篩選不同細胞條件下具活性的順式調控模組與非調控片段，建立跨細胞條件與跨物種的基準資料集。在演算法開發上，本團隊採用跨物種遷移學習策略，先以果蠅胚胎高可信度資料預訓練表觀基因體特徵提取器，再轉移至人類 K562 細胞建構跨細胞預測模型。驗證結果顯示，該模型不僅精準辨識在不同細胞條件下具活性功能的順式調控模組，更實質解決人類高品質標註樣本匱乏之難題，展現優異且穩健的跨物種泛化能力。本年度工作已完整驗證以模式生物輔助人類基因調控建模之可行性，相關成果與演算法框架已具備高度泛用性，如期達成年度目標，並為後續疾病相關順式調控網路探勘與臨床應用奠定關鍵技術基礎。

用於光學同調斷層掃描之基於深度學習和聯合學習框架之視網膜積液檢測與分割技術(II)

主持人： 呂成凱

執行機構： 國立師範大學電機工程系

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-003-006-MY2

本年度研究延續前期視網膜積液檢測與分割、聯合學習及邊緣運算成果，聚焦於資源受限邊緣裝置之深度學習本地訓練硬體實現。以 LEDNet 為基礎模型，採用 Xilinx ZCU104 FPGA 與 Vitis HLS，提出時間多工混合精度訓練架構，將前向與反向傳播配置於不同硬體位元流，以降低資源需求。前向傳播採 32-bit 定點運算，反向傳播採 64-bit 定點運算，以兼顧硬體限制與微小病灶梯度之數值精度；並結合分塊式資料流、輸出通道平行化、BRAM/URAM 非對稱配置及梯度累加，使完整本地訓練流程得以在單一 FPGA 上實現。於 AROI OCT 資料集之實驗中，IRF、SRF 與 PED 之 Dice 分數分別達 0.753、0.540 與 0.470，且晶片功耗低於 10 W。結果顯示，本系統雖受高精度反向運算與動態重配置影響而具較高訓練延遲，但適合作為低功耗、隱私保護之邊緣端週期性模型更新平台。未來將進一步降低重配置延遲、改善定點最佳化器精度，並與聯合學習框架整合，建立適用於智慧 OCT 與 IoMT 邊緣裝置之隱私保護學習系統。

偵測 tRNA 的修飾:發展演算法、創建網頁分析工具及資料庫、研究生物 問題

主持人： 吳謂勝

執行機構： 國立成功大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-006-135-MY3

轉運 RNA (transfer RNA, tRNA) 在蛋白質合成中扮演不可或缺的角色，其轉錄後會經歷多種修飾，這些修飾會影響 tRNA 的結構穩定性與功能表現。研究已顯示，tRNA 修飾的失調與多種疾病的發生密切相關，包括粒線體疾病、神經退化性疾病及癌症等。因此，精確解析 tRNA 修飾是理解其生物學功能與病理意義的關鍵前提。然而，tRNA 定序存在技術挑戰，特別是在反轉錄過程中，修飾過的核苷酸會造成反轉錄酶中止作用，導致合成的 tRNA 序列不完整，影響後續分析。為克服此問題，mim-tRNAseq 技術藉由優化反轉錄條件，有效減少因修飾導致的合成中止，提升獲取全長 tRNA 序列的成功率。儘管如此，目前針對 mim-tRNAseq 資料的修飾預測方法仍以錯配 (mismatch) 比例為主，對於修飾訊號的捕捉仍不夠全面。

本研究第一年提出一套新穎的 tRNA 修飾位點預測流程，結合完整的次世代定序 (NGS) 資料處理步驟，從原始讀序的前處理到最終的修飾位點注釋皆可自動化完成。該方法不僅考量錯配訊號，亦整合缺失 (deletion) 資訊，並引入具統計意義的模型進行修飾位點推測。經由實際資料的分析與驗證，本研究所建立的預測流程能有效辨識出具生物學意義的 tRNA 修飾位點，顯示其在 tRNA 修飾研究上的應用潛力，為相關領域的後續研究提供重要工具與參考。

在第二年的研究中，我們進一步把第一年提出來的演算法開發成一個有詳盡說明書且簡單易用的 python 程式，嘉惠所有想分析 tRNA 修飾位點的研究者，目前我們正積極要把 python 程式包裝成網頁工具，終極目標是要讓研究者只要透過網頁上傳資料跟設定分析參數就可以得到分析結果，完全不需要知道 python 程式要怎麼安裝及執行的細節。

非侵入式癲癇診斷回饋系統開發與臨床實證-癲癇偵測演算法與分類策略

主持人： 徐國鎧

執行機構： 國立中央大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-008-066-MY3

本研究旨在探討藥物難治型癲癇患者於認知作業期間之腦功能連結變化，並評估其作為客觀神經生理指標的潛力。研究共納入 43 位受試者，包括 10 位藥物難治型癲癇患者、23 位非藥物難治型癲癇患者及 10 位健康對照者。所有受試者均使用 19 通道乾式腦電圖系統進行量測，實驗流程包含閱讀前靜息、閱讀作業及閱讀後靜息三個階段，每階段各 5 分鐘。EEG 訊號經 MNE-Python 前處理後，利用三層邊界元素模型（Boundary Element Model, BEM）進行腦源定位，並將皮質活動重建至 18 個腦區。進一步採用加權相位延遲指數（weighted Phase Lag Index, wPLI）評估腦區間功能性連結，以降低體積傳導效應的影響。結果顯示，在靜息狀態下，健康對照組、藥物難治型癲癇組及非藥物難治型癲癇組之前額葉平均功能連結分別為 0.26、0.275 與 0.265；進入閱讀認知作業後則分別變為 0.37、0.25 與 0.30，三組間差異達統計顯著（ $p < 0.05$ ）。健康對照組於認知作業時呈現前額葉功能連結增強，而藥物難治型癲癇患者則呈現明顯下降。此結果顯示，藥物難治型癲癇患者可能存在認知負荷下腦功能網路招募能力不足的現象，尤其反映於前額葉 alpha 頻帶連結的下降。研究結果支持功能性腦連結分析作為藥物難治型癲癇神經功能評估與輔助診斷生物標記的潛在應用價值。

研發穩健型物件偵測整合模型應用於醫療影像病灶的偵測與辨識

主持人： 蔡進聰

執行機構：國立屏東大學電腦科學與人工智慧學系

執行期間：114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC113-2221-E-153-002-MY2

The project aims to develop a precise object detection algorithm to detect and identify lesions. Medical imaging data is sourced from legally publicly available sources to verify the accuracy of the technology and system. Additionally, the research is conducted in collaboration with faculty, students, and physicians from Kaohsiung Medical University and its affiliated hospital. In the 114th year, the study focused on detecting and counting the three main types of blood cells: platelets, red blood cells, and white blood cells. To achieve this, a YOLO-based network was employed, using the You Only Look Once (YOLO) algorithm with its CSPDarkNet53 backbone, to automatically detect and count these blood cells. We proposed a systematic approach using the uniform experimental design method to improve the accuracy of blood cell detection and counting by optimizing algorithm hyperparameters for the YOLO-based network. By applying this optimized algorithm hyperparameter combination (OAHC) to the YOLO-based network, we enhanced the detection and counting of blood cells in the BCCD dataset, resulting in the YOLO-based-OAHC model. The experimental results showed that the YOLO-based-OAHC model achieved higher detection accuracy than the Resnet50-SSD model studied by Chen et al. in 2022, particularly on the test set of blood cell images. The YOLO-based-OAHC model demonstrated superior accuracy in detecting and counting blood cells, particularly white blood cells and platelets, in images from the BCCD dataset.

研製智慧化海事監控雷達多目標偵測及追蹤系統

主持人： 李慶鴻

執行機構： 國立陽明交通大學電控工程研究所

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 117 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-A49-153-MY3

近年來，海域船舶監控、國防安全與海洋資源保護領域越發重視，運用海事監控雷達進行多目標監控在民用和軍事領域皆相當重要，然而，因複雜且多變的環境因素，需專業操作人員依經驗進行雷達參數調整，造成極大人力成本。本計畫擬以三年期程完成智慧化海事監控雷達多目標偵測及追蹤系統研製，擬運用深度學習技術，研發無需人工調整參數即可透過系統自進化架構適應時變環境因素，並可達良好的自動多目標偵測及追蹤性能，使雷達系統結合深度學習技術朝向智慧化發展，期於民間和國防皆能有所貢獻。計畫第一年規劃進行雷達公開資料集分析及處理，開發雷達目標及雜波模擬資料生成平台，解決因實際雷達資料蒐集不易而使訓練資料不足問題，並規劃開發基於深度學習之海雜波抑制方法；計畫第二年著重開發雷達目標偵測自進化架構以及雷達多機動目標追蹤方法，期可透過自進化架構適應時變環境因素，以達良好目標偵測及追蹤性能；計畫第三年規劃整合雜波抑制、目標偵測自進化機制及多目標追蹤方法，進行系統架構調整優化，最終完成研製可應用於不同型號海事雷達之智慧化多目標監控系統，並進行跨資料集實際資料測試及整體性能驗證。

自主移動機器人數位雙生系統之感測、感知和運動規劃控制

主持人：連豐力

執行機構：國立臺灣大學電機工程學系暨研究所

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 09 月 30 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-002-187

在本計畫中，我們針對一般工作與生活空間中，以機器人手臂與移動載具提供狀態監控與維護任務自動化工作所需之理論與技術進行深入研究，對於一般工作與生活空間的使用情境與狀況，提供更完善的佈局。特別針對：空間感測與定位，動態物體的辨識與幾何定位等工作之自動化設計，結合環境狀態之視覺檢測與接觸與互動決策，建立適合與穩定的理論基礎，以維護整體性能與安全等工作。所獲得的成果，可以應用於智慧機器人在智慧製造產業應用與精密加工生產技術，以及自主駕駛車輛路徑規劃與導航控制等工作上，產生相當重要的影響力。

觸覺回饋技術於網宇實體架構之遠端人機互動控制系統

主持人： 劉彥辰

執行機構： 國立成功大學機械工程學系

執行期間： 民國 112 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 112-2628-E-006-014-MY3

隨著網宇實體系統、遠端遙控與混合實境技術快速發展，提升操作者與遠端機器人之間的互動直覺性、操作效率與環境感知能力，已成為智慧製造、服務機器人及高齡照護等應用的重要研究議題。本計畫以遠端人機互動控制為核心，結合穿戴式慣性量測單元 (IMU)、機器人控制與混合實境技術，發展一套直覺式移動機械手臂遠端操作系統。本研究利用五組 IMU 擷取操作者上肢與手部動作，將自然動作即時映射至七自由度機械手臂，並透過零空間控制處理冗餘自由度與關節限制，同時導入徑向基底函數神經網路 (RBFNN) 補償機器人動態不確定性，以提升追蹤性能與系統強健性。此外，系統整合移動平台控制、SLAM 地圖、三維點雲、即時影像及機器人數位分身，建立沉浸式混合實境操作介面。實驗結果顯示，本系統可有效完成開門、物件取放、移動導航及精密插入等任務；使用者實驗亦顯示，相較於 Geomagic Touch 與 Xbox 介面，本系統具有較佳的操作效率與可用性，並可降低操作者之工作負荷。本研究結果可作為未來智慧製造、遠端作業、服務機器人及高齡照護等應用之技術基礎。

具備資料驅動之自駕車安全性模型預測控制設計及測試驗證(2/2)

主持人： 蔣欣翰

執行機構： 國立臺北科技大學車輛工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-027 -063 -MY2

本計畫開發資料驅動且具安全保證機制之人工智慧學習框架，應用於自駕控制決策，協助國內智慧車電產業強化車輛主動安全性能，並降低道路交通事故風險。第一年針對自駕車非線性動態系統，完成安全駕駛模型預測控制設計，並建立資料驅動之自動駕駛強化學習架構，以提升駕駛策略學習與車輛控制效能。第二年擴展至具車間通訊之自駕車安全控制，提出協同自適應巡航控制（CACC）應用於車輛跟隨與換道，以提升車輛間資訊共享與協同能力。針對傳統 CACC 僅適用於同時具備自動化與通訊功能車輛之限制，進一步發展人機迴路連接巡航控制（hCCC），以因應自動駕駛與有人駕駛車輛共存之混合交通環境。周遭車輛軌跡預測融合常速度模型、恆定轉彎率-加速度模型及交互多模型架構，以提升多車輛動態行為預測準確性。基於預測結果，整合相對縱向與側向距離、時間車距及相對速度等資訊，進行即時碰撞風險與嚴重程度評估。最後透過人類駕駛在迴路模擬平台及實車測試，利用真實世界資料設定前車速度與行駛軌跡，驗證所提方法於車輛跟隨、軌跡預測、風險評估及安全控制之有效性與可行性。

行人意圖預測與語言生成模型應用於自動駕駛

主持人： 彭昭暉

執行機構： 國立陽明交通大學電控工程研究所

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-A49-115-MY2

隨著智慧交通與自動駕駛技術快速發展，如何在人車混合環境中掌握行人的未來移動趨勢，並規劃安全、穩定且符合使用者需求的車輛行駛行為，已成為智慧載具的重要研究課題。本研究建置一套整合行人軌跡預測、車輛路徑規劃、模型預測控制及大型語言模型語音互動之智慧載具系統，以提升低速校園中的行駛安全性及操作便利性。

在行人軌跡預測方面，本研究結合行人歷史邊界框、人體姿態與自車運動狀態，透過多模態特徵編碼、門控融合、未來目標點預測及雙向解碼，產生行人未來的邊界框軌跡。在車輛路徑規劃方面，模型先根據自車歷史運動狀態與高階行駛指令生成粗略軌跡，再融合 RGB 影像、語意資訊及深度資訊進行視覺殘差修正。此外，系統進一步將行人預測軌跡納入規劃流程，依據潛在人車衝突調整車輛軌跡，以增加與行人之間的安全距離。

車輛控制系統採用運動學腳踏車模型與模型預測控制器，並整合縱向速度規劃及低階速度控制，使實驗車輛能穩定執行路徑追蹤、前進、倒退及方向切換。為提升人機互動能力，本研究亦導入大型語言模型，將使用者的自然語言指令轉換為速度及停車控制參數，在不直接取代原有控制器的情況下，調整車輛速度限制與乘坐舒適性設定。

實驗結果顯示，所提出的行人軌跡預測模型在 JAAD 公開資料集及實際校園場景中皆能產生連續且合理的未來軌跡；加入行人軌跡資訊後，車輛規劃模型可有效降低近距離行人場景中的碰撞率。實車測試亦顯示，模型預測控制器能穩定追蹤參考路徑，而語音控制模組可依據加速、減速及乘坐舒適性需求調整相關控制參數。綜合而言，本研究驗證了行人預測、車輛規劃、實車控制與自然語言互動整合於智慧載具系統中的可行性。

智慧型匝道匯入決策控制與虛實整合驗證

主持人： 陳柏全

執行機構： 國立臺北科技大學車輛工程系

執行期間： 民國 112 年 08 月 01 日至 105 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 112-2221-E-027-084-MY3

本計畫針對具有協作式自適應巡航控制(Cooperative Adaptive Cruise Control, CACC)車輛，發展高速公路場景的智慧型匝道匯入系統之決策與控制演算法，以提升主幹道的車流密度與平均車輛速度，並可減少匝道車輛的匯入時間。透過第一年虛擬車技術，生成 CACC 系統的目標車，並以可調時間車距控制的 CACC 系統調整兩車匯入的車間距離。第三年應用實驗車與前兩年計畫所建立的車流模擬器，建構虛實整合實車驗證平台，並於一般道路進行匝道車輛之分散式匝道匯入決策與控制方法的實車測試，以驗證所發展方法之實際應用可行性。實車測試結果顯示，最佳化所決定之匯入位置與匯入時間分別為 430 m 與 7.22 s，實車實際抵達之匯入位置為 430.13 m、實際匯入時間為 7.51 s，側向位置追隨之均方根誤差為 0.119m，匯入過程中之時間車距與碰撞時間均維持在安全範圍內。本年度之主要貢獻在於建立實驗車與交通流模擬器之閉迴路虛實整合驗證平台，並將前兩年度所發展之分散式匝道匯入決策與控制方法實際部署於車輛平台完成驗證，確認所提出之方法具備由模擬階段邁向實車應用之可行性。

智慧型流域多水庫操控決策設計與應用

主持人： 呂藝光

執行機構： 國立臺灣師範大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-003-021-MY2

流域多水庫操控不僅須要掌握未來水庫水位變化，還必須了解上游放水決策對整個流域水位變化所造成的影響，這涵蓋水庫入流量預測、排洪與水力發電等各面向的問題。傳統上，利用人工經驗來進行流域多水庫操控，並不容易最佳化且可靠地滿足上述面向的要求。另外，氣候變遷導致短時強降雨變得更加頻繁，並且為了適應高占比風力與太陽能發電的電網之電力調度要求，流域多水庫的操控決策的產生須更加即時和快速，以便能即時實現穩定電網，防洪，減少經濟損失，以及避免民生、農漁牧與工業災害等。雖然兩階段最佳化水力發電決策可兼顧防洪與能源效益，提升流域調度效率並強化水資源利用，然而在最佳化決策候選解集合篩選與逕流模型之時間跟空間融合的過程中有計算複雜度過高的問題。因此，本報告目的在於提出一階段智慧型流域多水庫操控決策架構來簡化計算量。

基於邊緣運算之即時異常偵測監控系統

主持人： 許陳鑑

執行機構： 國立臺灣師範大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-003-022-MY2

近年來，嵌入式運算(embedded computing)技術的進步，使得邊緣裝置(edge device)能夠更有效率地執行人工智慧(AI)模型，也因此帶動了將視訊異常偵測(Video Anomaly Detection, VAD)系統部署於智慧監控應用的研究。然而，在實際應用中必須審慎權衡偵測準確度與計算效率。因此，本研究計畫提出一種新穎且輕量化的異常評分模型，將正規化流(Normalizing Flow)與多尺度時空圖卷積網路(multi-scale spatial-temporal Graph Convolutional Network, stGCN)加以整合。此模型同時支援非監督式(unsupervised)與監督式(supervised)兩種運作模式。為了評估其實際部署的可行性，我們在Raspberry Pi 5上實作完整的VAD處理流程，其中包括YOLOv8n-Pose、BoT-SORT，以及本文所提出的異常評分模型。實驗結果顯示，在非監督式VAD設定下，本方法於ShanghaiTech與UBnormal資料集分別達到86.2%與72.7%的AUC；而在UBnormal資料集的監督式VAD設定下，則達到82.4%的AUC，整體效能優於目前的先進方法(state-of-the-art methods)。

強化人體動作偵測機制與應用之研究

主持人：張朝陽

執行機構：國立虎尾科技大學資訊工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-150-048

人體動作偵測技術能透過捕捉影像中的動作細節，分析人類姿勢與動作模式，為各種場域帶來創新應用的可能性，本研究計畫專注於強化人體動作偵測機制及其應用，致力於解決現有技術在準確性與穩定性上的挑戰，特別針對多樣化場景、動作細節捕捉及環境適應性進行改善，為達成上述目標，計畫採用改良的分割模型，結合注意力模組以增強特徵提取能力，進一步提升對複雜動作細節的辨識效果，同時建構高質量的數據集，涵蓋多種類型的人體動作、不同光線條件及背景雜訊，確保模型在多元環境下具備良好的穩定性與適應性。透過整合分割技術與人體關鍵點調整演算法，實現對人體動作的精準捕捉與識別，滿足多場景應用的需求。此外，計畫將強化後的動作偵測機制應用於雲端智慧自主訓練輔助系統，設計以數據分析、動作指導與結果回饋為核心的應用方案，自主訓練輔助系統利用人體動作偵測技術，實現即時的動作分析、訓練成效的追蹤以及個別化的訓練建議，滿足使用者在健康管理和運動訓練提升的多樣化需求，研究成果不僅將為相關產業帶來實用價值，還將推動人工智慧技術在智慧健康管理、醫療復健、運動訓練等領域的應用拓展，並實現科技與健康管理的結合，推動智慧化應用的創新與發展。

開發適應性個人化神經復健生成式 AI 系統實用於臨床中風復健

主持人： 柯立偉

執行機構： 國立陽明交通大學電控工程研究所

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-A49-163-MY3

本計畫第二年聚焦於生成式 AI 個人化復健系統建置與腦控下肢外骨骼長期臨床訓練成效評估，目標為結合大型語言模型、RAG 知識檢索、腦波意圖辨識與外骨骼復健訓練，建立可支援中風患者個人化神經復健之智慧輔助系統。在生成式 AI 系統方面，本研究建置 Advanced RAG 與 RAG-Fusion 架構，整合中風復健指引、臨床量表、腦控外骨骼訓練紀錄與 EEG 分析結果，並以 Ollama、Llama 3.1 8B、Nomic-embed-text 及 Chroma DB 建立本地端復健知識檢索與自動化報告生成流程。在臨床訓練方面，本研究於臺中榮民總醫院導入 NYCU-BCI 無線 8 通道穿戴式腦波裝置與下肢外骨骼系統，進行站立、行走與坐下三階段腦控復健訓練；目前已有 11 位受試者完成為期一個月之腦控外骨骼訓練，其餘受試者亦持續進行單次或多次訓練介入。初步結果顯示，完成訓練且資料較完整之受試者於下肢肌力、六分鐘步行測試、TUG 測試與 SF-12 生活品質量表中呈現改善趨勢；行走意圖辨識模型於 5-fold 交叉驗證之平均準確率達 $87.67 \pm 5.70\%$ ，線上即時測試平均成功率達 $96.67 \pm 3.33\%$ 。此外，完成訓練受試者之患側半球 alpha 頻帶功率呈下降趨勢，初步顯示長期腦控外骨骼訓練可能伴隨神經動態變化。相關研究成果「EEG Based Intention Driven Lower Limb Exoskeleton for Long Term Stroke Rehabilitation」已發表於 2026 NSSSE，展現本計畫於腦控外骨骼長期中風復健應用之初步研究成果。值得一提的是，本計畫第一年執行成果已於行政院國家科學及技術委員會工程處控制學門 113 年度成果報告審查會中榮獲「成果海報特優獎」，肯定本團隊於個人化神經復健生成式 AI、腦機介面與中風復健應用整合方面之初步成果。整體而言，本研究已初步完成生成式 AI 個人化復健系統與腦控外骨骼臨床訓練流程建置，為後續發展具個人化、可追蹤與臨床輔助價值之智慧神經復健系統奠定基礎。

基於人工智慧之太陽光電系統強健控制與發電預測

主持人： 余國瑞

執行機構： 國立中正大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 112-2221-E-194 -028 -MY3

This project applies artificial intelligence to design a smart and robust solar power control and generation forecasting system. In the third year, the project proposed a novel IT2 robust polynomial fuzzy time-delay control system, specifically designed for application to a single-phase bidirectional inverter with a rated power of 2 kW. To improve system stability, the control framework accounts for input and state time delays. Furthermore, it enhances system robustness, enabling effective resistance against external interferences, internal component aging, and other model uncertainties. Accordingly, this project proposed stability theorems for IT2 robust polynomial fuzzy time-delay control systems. Computer simulation and experimental results are conducted at power levels of 1 kW, 1.5 kW, and 2 kW in the rectification mode and grid-connected mode with external disturbances and model uncertainties. The comparison with other control methods confirm that the proposed novel IT2 robust polynomial fuzzy time-delay controller offers superior control performance.

符合 IEPE 規範的急動度感測及其於平滑運動控制之應用(II)

主持人： 呂有勝

執行機構： 國立台灣師範大學機電工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-003-025

一般的運動變量為位移、速度與加速度，而高階的運動變量包括 jerk 與 snap。針對高階運動變量的大小進行限制可以使運動平滑，而平滑運動是許多運動控制系統想要的特性。第一年計畫發展了 IEPE-compliant jerk 感測器，可直接量測 jerk，使得限制高階運動變量的平滑運動控制可行。

以 jerk 量測為基礎，本計畫發展平滑運動控制架構，並實際地應用於機械手臂系統。基於量測得的 jerk 訊號，本計畫提出兩個平滑控制方法，分別為：jerkmeter-assisted snap-constrained time optimal control (JA-SCTOC) 與 JA multi-constrained TOC (JA-MCTOC)。兩者擁有同樣的控制架構，惟 JA-MCTOC 除了考慮 snap 限制之外，尚考量 jerk、加速度與速度的限制，使應用場合範圍更廣。

在控制架構中，本計畫提出用於估測一般運動變量的 Hybrid Kinematic Observer (HKO) 與用於估測干擾的 JA disturbance observer (JA-DOB)。HKO 使用 jerk 量測來輔助加速度、速度與位置的估測。在干擾估測方面，藉由 jerk 量測的導入，JA-DOB 能以雙重積分動作估測干擾，可獲得平順的干擾估測；傳統的 DOB 通常需要對位置量測進行微分，而 JA-DOB 可避免微分動作放大量測雜訊的問題。

本計畫為第一年計畫 (NSTC 113-2221-E-003-011) 的延伸，將 JA-SCTOC 與 JA-MCTOC 實現於機械手臂系統，以驗證所提方法的實用性與有效性。此外，本計畫訓練學生建構即時控制系統，培育工業界所需的技術人才。

新型智能化自走車結合 AI 影像辨識與數位孿生技術應用於減緩工廠倉

儲人力配置

主持人：吳俊緯

執行機構：國立中央大學電機工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日 至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-008-087

本研究計畫主要目的在因應倉儲系統自動化需求，整合自走車、AI 影像辨識與數位孿生技術，建構智能化自走車倉儲管理系統，以提升倉儲管理效率，並改善傳統倉儲人力不足及火災環境下的人員安全問題。本計畫原規劃分三年執行，今年為第一年期主要著重於智能化自走車設計與控制系統開發。針對所設計的四輪麥克納姆輪自走車於模型不確定性、負載變化及外部擾動下的軌跡追蹤問題，本研究計畫提出一套階層式控制架構。高層採用 Actor-Critic 控制器，依據位置與姿態誤差即時產生速度補償；低層則整合第四階非線性擴展狀態觀測器、主動擾動抑制控制與漏斗控制，以估測並補償系統擾動，同時限制速度追蹤誤差於預設性能範圍內。透過 Lyapunov 理論分析，可證明閉迴路系統相關追蹤與估測誤差具一致最終有界性。最後，本研究分別以圓形與八字形軌跡進行模擬，並於實際自走車平台上透過摩擦條件改變及額外負載進行實驗驗證。結果顯示，所提出方法在不同擾動與負載條件下皆能有效提升速度與軌跡追蹤性能，並維持良好的閉迴路穩定性。藉由此第一年度之研究成果可作為後續研究與系統整合之基礎，並提供後續深入研究與技術發展之參考。

離岸流檢測系統整合與開發(1/2)

主持人：莊季高

執行機構：國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-019-062

台灣海岸邊的離岸流一年平均帶走 25 人，離岸流任何季節、任何地點都可能會發生。在地域上，全臺灣四周海岸都有發生過的紀錄，其中以西南海岸及東北角海岸發生的次數最多。離岸流是一種海洋物理現象，是海浪在靠近岸邊時，因波浪破碎所產生的水體回流，這些回流集中在狹窄區域，並迅速地流向深海。在台灣，離岸流的速度可達 2 m/s，超過一般人的游泳速度，在海域中碰上時，會被帶往深海處，遠離海岸游不回來，直至力竭溺斃。在監測離岸流方面，目視影像檢測是離岸流監測最簡單、成本最低的方法，其具體操作包括(1)顏色變化觀察(2)波浪特徵觀察(3)無人機觀測等。本計畫為 2 年期計畫，第 1 年使用無人機檢測離岸流，在無高地可設固定式監視攝影機的海邊，以無人機巡檢進行影像辨識，找出可疑的海域。第 2 年再以資料串流平台，即時傳送預警訊息至海岸主管機關，進行海邊人員管制，以避免意外傷亡事件的發生。在海邊以無人機進行巡檢任務時，要面對的問題是抗風能力，本計畫第 1 年於執行任務前先對海邊場域進行風場分析，建立適當的風場模型，以確保無人機不會在風速過高的場域執行任務並造成損毀。還有一項須注意的因素是電池能量耗損，本計畫將建構無人機能耗模型，當無人機路徑規劃完成後，先以這飛行路徑預估無人機的能量耗損，以確保無人機所攜帶的電池能量可供完成任務。

在網路安全挑戰下藉由對穩定翼之區間型 Type-2 模糊控制提升具不確定性與隨機行為的非線性船舶橫搖穩定性

主持人：張文哲

執行機構：國立臺灣海洋大學輪機工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC114-2221-E019-067

本計畫針對採用穩定翼之非線性船舶橫搖系統，探討其同時受到不確定性、隨機行為與欺騙攻擊影響時的控制問題，並發展一套兼顧暫態與穩態性能的區間型 Type-2 (IT-2)模糊控制器設計方法。船舶穩定翼雖已廣泛應用於抑制橫搖運動，其控制效果隨機因素與不確定性影響。此外，隨著海事機電系統逐步採用電腦化，駭客可能透過欺騙攻擊竄改穩定翼控制命令，使橫搖反應惡化，甚至造成船舶動態失穩。為此，本計畫建立了 IT-2 Takagi-Sugeno (T-S)模糊模型，更完整地描述不確定性，並利用 IT-2 歸屬函數建立模糊控制器。針對隨機行為，本計畫建立狀態協方差矩陣及方差限制，以抑制橫搖運動在穩態下的能量與波動，並結合被動限制，提升系統對欺騙攻擊與隨機行為的衰減能力。本計畫也結合 D-Stable 極點配置法，將閉迴路系統的極點限制於指定圓形區域，以保證系統暫態性能。基於 Lyapunov 理論與上界矩陣方法，本計畫提出可保證均方穩定，並同時滿足個別狀態方差限制、被動性能限制及 D-Stable 極點配置限制的 IT-2 模糊控制器設計方法。最後，將所提出的 IT-2 模糊控制器應用於船舶橫搖系統，並利用比較結果驗證所提之 IT-2 模糊控制器可使橫搖角較快回復至平衡狀態，並在欺騙攻擊與隨機行為影響下呈現較小的狀態波動。

以環狀時間敏感乙太網結合動態調適隨機線性網路編碼實踐安全網路切片軟體系統

主持人： 李昭賢

執行機構： 國立臺北科技大學電子工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-027-105

面臨第五代(5G)/第六代(6G)行動通訊與工業控制自動化的挑戰，亟需建構可支援低延遲、高可靠、安全性之網路服務品質，本計畫藉由「時間敏感網路」動態環狀容錯路由的延伸擴充、「隨機線性網路編碼」計算負擔與安全加密的最佳化，在本期執行著重在可落地應用於現行時間敏感網路交換器之安全網路切片系統開發，以環狀拓樸雙重路由提升可靠性，並藉由隨機線性網路編碼技術兼顧安全與傳輸品質改善。然而，隨機線性網路編碼傳統上採用稠密編碼矩陣，導致編碼、轉碼、解碼之計算複雜度偏高，限制其在時效性敏感或資源受限的應用場景中推廣。本計畫提出一種兼具傳輸可靠性與資料保密性的稀疏可調適隨機線性網路編碼(RLNC)機制，透過調整編碼矩陣的稀疏度，以因應不同網路條件與應用需求：(1)在封包遺失率低但時效性要求高的情況下，可採用稀疏矩陣以降低延遲與計算負擔；反之，(2)於網路品質不穩定時則採用稠密矩陣以提升還原成功率。同時，本計畫可透過對數與逆對數查表進行有限域運算加速，並引入實時編譯技術，進一步提升整體程式執行效能。實驗結果顯示，本計畫所提出之方法在維持傳統隨機線性網路編碼(RLNC)優勢的基礎上，能實現更具彈性與效能的安全加密傳輸方案。

智慧型超音波振動系統即時回控技術

主持人： 林玉堃

執行機構： 逢甲大學機械與電腦輔助工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-035-069

本研究旨在建立基於聲射 (Acoustic Emission, AE) 訊號之超音波振動模組狀態監測方法，以補足現有超音波發振器主要依據換能器電氣阻抗進行追頻，無法直接反映加工端實際振動狀態之限制。研究採用接觸式 AE 與水聽式 AE 傳感器擷取超音波振動訊號，分析其波形、訊號能量與特徵頻帶，並同步量測換能器溫度、Horn 振幅及電氣阻抗，透過長時間運轉與不同功率及負載實驗，探討 AE 特徵與實際振動狀態之關係。實驗結果顯示，接觸式 AE 傳感器雖然標示工作頻率高於超音波模組基本振動頻率，其訊號中仍可清楚辨識基本頻率及倍頻特徵，證實 AE 可應用於超音波振動狀態監測。接觸式與水聽式 AE 在能量尺度及主要特徵頻帶上具有明顯差異，因此應分別建立適用之訊號處理與特徵擷取方法。長時間運轉實驗進一步發現，AE 訊號 RMS 能量與溫度、Horn 振幅及電氣阻抗尚無直接對應關係，但 AE 主振頻率與換能器溫度具有高度負相關，線性斜率約為 $-5.479 \text{ Hz/}^{\circ}\text{C}$ ，顯示可藉由主頻偏移量推估換能器之溫度變化。在負載實驗中，施加 10 kg 負載後，AE 量測之主振頻率由 23.85 kHz 上升至 24.10 kHz，且各階倍頻能量明顯增加。進一步於 50%、70% 及 90% 輸出功率，以及 0、10 及 20 kg 不同負載與接觸條件下進行比較，結果顯示 AE 能量分布會受到功率及負載共同影響，而主振頻率及其偏移量則可有效反映負載與接觸狀態變化。綜合而言，本研究驗證 AE 訊號可直接反映超音波振動模組因溫升與外部負載所產生之實際振動狀態變化，其中主振頻率具有明確且可量化之物理對應關係，可補足傳統阻抗追頻控制無法取得之加工端資訊。研究成果可作為後續整合 AE 特徵、換能器阻抗與智慧控制演算法，發展超音波振動閉迴路即時回控系統之技術基礎。

基於觸覺補償機械手臂之視覺 3D 點雲曲面焊接研究

主持人：張文陽

執行機構：國立虎尾科技大學機械與電腦輔助工程

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-150-050

本計畫為基於觸覺補償機械手臂之視覺 3D 點雲曲面焊接技術，此著重於智慧觸覺雙模態感知補償系統的開發，其中觸覺雙模態感測器治具是透過應變規與惠斯登電橋，分析曲面焊接道的補償數據，且結合工業相機與 ArUco 標籤進行視覺誤差校正。於研究方法上，主要將標籤的二進制編碼轉換為世界座標，計算治具在接觸焊接道變形時的切向偏移與旋轉量，同時整合觸覺與視覺之雙模態感知補償數據，建立量化模態分析模型，並以即時數據處理實現焊接過程中的自適應補償控制，有效降低單一感知系統的誤差。此外，3D 視覺自適應曲面焊接姿態與路徑規劃系統，即以多視角深度相機建立焊接曲面的點雲數據，通過曲面焊道的梯度變化，檢測主成分梯度變化 (PCA) 的法向量，提取焊道並進行分段，對每段焊道進行曲率中心與曲率半徑擬合，以生成法向量與曲率引導數據。基於焊道曲率中心與曲線方程式，結合機械手臂逆向運動學模型，規劃焊接路徑並優化焊道姿態，最後整合智慧觸覺補償系統，實現對手臂法蘭姿態的自適應調整及路徑補償。此計畫將智慧觸覺雙模態感知補償與 3D 點雲技術相結合，以突破焊接技術在精度與適應性上的限制，提升機械手臂在多樣化工件焊接中的靈活性與精度，為智能化焊接技術提供創新解決方案及協助工業應用。

動態策略梯度方法應用於多生長茶樹視覺感知技術

主持人： 宋文財

執行機構： 國立勤益科技大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-167-026

本計畫整合智慧強化學習與動態策略梯度方法結合，能夠在複雜條件下優化 Hamilton-Jacobi-Bellman (HJB) 方程式的近似解，並增強視覺和物理感測設備所擷取的數據，最終應用於 Actor-Critic 演算法中。本系統採用新型 YOLOv10 目標檢測模型，透過控制土壤 pH 值、土壤濕度、氣溫 and 空氣濕度四個參數定義的四個環境條件，能夠以視覺方式捕捉茶樹的多個生長階段，包括「萌芽」、「抽芽」和「成熟」階段。其驅動機制包括農藥控制、溫濕度控制、澆水、採摘控制和灌溉。此外，該系統還開發了一個邊緣運算系統，該系統建構了四個層：感測設備層、邊緣網路層、智慧模型層和雲端系統層，以執行複雜的感測機制、驅動和演算法控制任務。輕量級的 Tea-YOLO 模型利用注意力模組來捕捉長程依賴關係和微小目標，同時保持了較低的計算成本。對比實驗驗證了所提出模型在模型準確性和效率方面的性能，結果表明輕量級 Tea-YOLO 模型達到了最佳性能，支持精準農業，尤其適用於茶樹視覺監測系統。與其他模型相比，Tea-YOLO 在實際應用實驗中能夠捕捉到更多類別。這表明，即使存在一些噪聲，例如複雜的背景和茶葉的多個交叉點，所提出的模型也能保持對目標對象的關注。在進一步的開發中，可以透過修改骨幹網路結構來改進模型，該骨幹網路實現了輕量級網路，從而實現更快的檢測速度和更高的準確率。為了增強智能體所獲得的最優動作，模型採用了 Actor-Critic 機制，分別由 Actor 網路和 Critic 網路控制，透過策略梯度最佳化和價值函數更新來實現。實驗結果採用了不同的折扣因子，包括 0.2、0.4、0.6 和 0.8。結果表明，折扣因子為 0.4 時，平均絕對誤差(MAE)為最優值，為 0.06817；而折扣因子為 0.2、0.6 和 0.8 時，MAE 分別為 0.08942、0.08194 和 0.07735。在實際應用中，由於該系統能夠提供由模型產生的準確動作，因此具有可靠性。

航空影像壓縮暨階層式顯著物偵測之硬體加速控制系統設計與實現(2/2)

主持人： 陳韋達

執行機構： 國立雲林科技大學電子工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-224-059

本計畫主要目的是將 CCSDS 影像壓縮技術結合階層式顯著物偵測，並實現於 FPGA 控制系統上，以偵測解壓縮後衛星影像中的顯著物，快速發現影像中的特定目標，進而提高任務執行效率。本計畫分為 CCSDS 影像壓縮 (DWT+BPE)、階層式顯著物偵測系統，以及控制系統整合三個部分。已完成 CCSDS 影像壓縮升級版於 FPGA 上的實現，並將輸入影像的寬度上限由原先的 12,288 pixels/line 提升至 16,384 pixels/line。架構方面，透過調整不同 DWT 等級的運算調整，並依儲存需求客製化配置，最大限度減少每次記憶體存取時所浪費的位元。硬體電路實現於 AMDZynq UltraScale+™ MPSoC ZCU102 平台，使用資源為 79,301 個 LUT、47 個 LUTRAM、50,593 個 DFF、575 個 BRAM，運作頻率為 120MHz，此核心架構也已導入福衛八號。此外，為了及時驗證需求，本計畫也一併開發一套客製化使用者介面 (UI)，可將影像傳輸至 CCSDS 硬體加速模組進行壓縮，接收回傳資料進行解碼，並在另一塊獨立的 FPGA 上執行顯著物偵測；該顯著物偵測設計使用 39,793 個 ALUT 與 32,493 個 register，處理速度最高可達 464 FPS。

半導體晶圓薄化製程之能源效能優化建模並以之建立數位孿生

主持人： 楊棧雲

執行機構： 國立台北大學電機工程學系

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 114 年 09 月 30 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-305-014

矽晶圓上銅鍍層薄膜的化學機械平坦化(Chemical Mechanical Planarization,CMP)在半導體製造中扮演關鍵角色，以確保晶圓達到微米級平坦度與奈米級表面粗糙度。然而其加工過程不僅高度耗能，也可能對環境造成不利影響，隨著環境永續議題日益受到重視，與碳足跡追蹤密切相關的節能監測，已成為推動 CMP 製程進步不可或缺的一環。本研究提出一套結構化且高效率的架構，透過多目標最佳化(Multi-Objective Optimization, MOO)方法降低 CMP 製程的能源消耗，在減少能源消耗的同時亦能維持高材料移除率(Material Removal Rate, MRR)及低表面粗糙度。本研究提出一套結合非支配排序遺傳演算法 II(Nondominated Sorting Genetic Algorithm II, NSGA-II)與層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)的混合式兩階段最佳化架構。此模型採用真實實驗數據，這些數據都是在銅薄膜晶圓的 CMP 製程期間，利用自行建置的現場資料擷取平台實際蒐集而得。

結合元宇宙與數位 PDCA 技術設計閉環 CPS 智慧工廠之研究III

主持人： 劉東官

執行機構： 國立高雄科技大學機電工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-992-098

本計畫第三年以 PDCA 閉環為主軸，整合工業元宇宙與 CPS 生產管理系統，建構自適應動態排程系統。規劃（Plan）階段導入混合田口基因演算法（HTGA），結合直交表之基因交配操作以提高優化效率；執行（Do）階段以行動裝置、平板與電腦進行報工，快速取得報工資訊；查核（Check）階段以大數據分析比對報工與排程資料，得出符合實際之標準工時（CT）；行動（Act）階段將 CT 與工單狀態回饋至排程系統，完成 PDCA 自適應動態排程循環，並於元宇宙中模擬以優化排程策略。本年度並計算出最佳化之報工與查核循環頻率，完成工業元宇宙、CPS 生產管理系統與自適應排程系統之串接整合，且於實際場域驗證其對盤查效益之影響。初步驗證顯示，HTGA 達到相同解品質所需之世代數較傳統 GA 可減少 10%以上；擾動發生後之重排反應時間，可由人工重新排程所需之約 60 分鐘縮短至 5 分鐘以內，證實本系統可提升排程之效率與準確性，並降低能源浪費，為製造業智慧化與永續轉型提供可行架構。

研發可商用化之具備及時指紋感測與辨識鍵盤系統

主持人： 許益賓

執行機構： 銘傳大學資訊工程系

執行期間： 民國 114 年 11 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2222-E-130-002

本計畫主要針對提升傳統鍵盤產業升級以及解決生物資訊安全需求之晶片控制平台運算資源有限問題，發展出基於及時指紋感測之鍵盤按鍵指紋辨識應用系統。其主要指紋透過鍵盤上之通用一般按鍵而非特定設置位置按鍵作為指紋影像來源，透過本計畫所發展之鍵盤指紋影像品質估測與強化演算法、指紋辨識演算法與鍵盤系統控制晶片演算法，進行及時指紋感測與辨識應用。第一年計畫內容包含指紋感測器選定與鍵盤按鍵整合。其中又可以分為四個小子項目標，1.建立現今商業化電容式指紋感測器之影像品質評估分析報告；2.完成現今鍵盤系統控制晶片之實作與最佳化技巧基本框架；3.完成基本指紋影像評估與強化算法複雜度評估框架；4.完成基本上層(Host)對應指紋鍵盤控制晶片溝通框架與基本異常分析。採用四個(M5Stack Finger Unit、HLK-ZW0608、HLK-ZW0922、UR)現今常見商業化指紋銷售模組，除了實際完成系統軟體設計擷取影像框架外，也進行指紋影像評估與對應驗演算法開發。其結果可以有效掌握，實作於按鍵上之指紋感測器的影像品質要求。此外也找到可以配合的廠商，完成指紋感測器結合硬體實作於按鍵。在指紋影像品質評估研究中，發表一個新方法，用以改良 Matlab 內建(Perception based Image Quality Evaluator, PIQE)演算法，經過大量影像資料測試證實，完全可以取代原始的 PIQE 演算法，其亦可適用於生產製造過程中，及時估測指紋影像感測器是否組裝正確以及影像品質是否達標。透過建立不同指紋感測器的通訊協定與上層控制軟體，完成適應性指紋感測器擷取指紋影像程序。

多機器人系統應用於生成式物件辨識推論方法與任務排程最佳化之系統 研製

主持人：蘇于庭

執行機構：國立聯合大學電機工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2222-E-239-002

因應倉儲物流自動化的快速發展，採用多機器人協同作業與智慧化操作已成為提升效率的趨勢。本計畫研製一套整合生成式物件辨識推論抓取與多機器人任務排程最佳化的先進自動化系統，用來解決傳統倉儲中異質性機器人協同困難，以及機械手臂過度依賴固定座標或人工操作的限制。生成式物件辨識推論與機械手臂抓取方面，本研究開發了一套結合視覺感知與大型語言模型的智慧抓取系統。使用者僅需輸入自然語言指令，系統即可透過 Gemini API 進行語意解析，並結合深度相機與 YOLO 26m-seg 模型完成高精度的物體辨識與實例分割以鎖定目標。針對抓取姿態，本研究改良 GG-CNN2 模型，整合侵蝕遮罩、中心加權方法，並導入模糊推論系統動態調整加權範圍，大幅提升抓取點的可靠度。最終透過手眼校正將座標轉換至 PiPER 六軸機械手臂執行精準抓取。多機器人任務排程與路徑最佳化方面，本計畫針對由不同底盤，其中包含麥克納姆輪、阿克曼輪與履帶輪組成的異質性自主移動機器人系統，並提出兩種改良型元啟發式演算法作為研究與實驗。首先，提出混合人工原蟲優化演算法負責任務分配與執行順序，並在 23 個標準測試函數模擬中展現優異效能；其次，提出多層自適應蟻群優化演算法負責路徑規劃與防碰撞協調，能在維持接近最短路徑品質下，取得最佳完工時間，並成功部署於實體異質性 AMR 系統中完成搬運任務。實驗驗證，本系統在自然語言指令解析、影像偵測與分割有極高的準確率，且能穩定執行高品質的實體物體抓取與多車協同搬運任務。本計畫成功整合前端的生成式智慧感知抓取與後端的多機器人排程調度，為智慧倉儲相關應用提供具有高度可行性的方法。

結合光學與原子力顯微技術針對大範圍高側壁之 3D 樣本開發前瞻複合式精密量測系統(2/3)

主持人： 傅立成

執行機構： 國立臺灣大學電機工程學系暨研究所

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-002-127-MY3

共軛焦雷射掃描顯微鏡 (CLSM) 可實現快速、大範圍的三維成像，但仍受到光學繞射所造成的失真限制，難以準確量測側壁細微或陡峭的表面特徵。為解決此問題，本研究開發一套可辨識樣本側壁的 CLSM 掃描系統，為後續整合原子力顯微鏡 (AFM) 及發展協同掃描策略奠定基礎，以實現高效率、大範圍的量測，並提升側壁形貌的量測準確度。

然而，傳統原子力顯微鏡 (AFM) 雖可達到奈米級解析度，但受到掃描速度緩慢與掃描範圍有限 ($<100\ \mu\text{m}$) 的嚴重限制。相較之下，共軛焦雷射掃描顯微鏡 (CLSM) 雖能實現快速大範圍成像，但受限於光學繞射極限及側壁區域反射光的顯著損失，其對陡峭側壁的量測準確度大幅降低。本計畫第二年提出一套整合全向式原子力顯微鏡 (omni-AFM) 與 CLSM 的混合式顯微系統，利用 CLSM 的全域檢測結果，引導 omni-AFM 針對陡峭側壁區域進行局部高精度掃描。

透過 CLSM 與 AFM 的協同掃描，此系統可在數百微米範圍內進行高速形貌初掃，並針對 CLSM 解析能力不足的區域，選擇性地利用 AFM 進行高解析度量測，為大範圍表面形貌擷取提供一套實用的解決方案。實驗結果顯示，此系統可將總掃描時間縮短超過 90%，同時大幅提升側壁角度的量測準確度，並消除底部轉角處的失真假像。

結構光多視角融合重建技術之開發

主持人：江佩如

執行機構：國立成功大學系統及船舶機電工程系

執行期間：民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-006 -157 -MY2

結構光系統主要由相機和投影機組成，然而由於投影機和相機的視角差異，容易導致投影機的編碼區域和相機的拍攝區域出現死角或陰影，導致重建區域減小。同時，曝光和眩光也可能造成資訊缺失。在這些情況下，可以利用其他視角的資訊進行填補以解決單視角資訊缺失的問題。此外，工業上，一般需要重建物體完整的三維形貌，如何有效率地將不同視角的掃描結果進行精確的合併是目前三維重建上一個相當重要的議題，本研究計畫目標主要是整合結構光掃描技術和多視角影像融合技術，將結構光資訊以多視角影像融合技術進行疊合與重建，將兩者結合可解決結構光重建疊合時速度和精度等問題，讓多視角結構光拍攝的條紋影像能快速且高精度地融合並重建物體的完整三維形貌。為了提高掃描效率，本研究首先投影不同曝光時間的影像建立初始點雲資訊，接著使用重建的三維點資訊內插出缺損的三維點資訊，最後以法向量夾角和反射光路徑分割與合併投影影像，藉此得到較少的投影組數以減少投影的時間。此外，本研究使用三種去除二維影像解碼錯誤的方法以減少三維重建的雜訊點。經過實驗證實，當本研究方法的重建比例大於與其他方法的重建比例時，投影的組數通常會比較少，可以有效地提高掃描的效率且有效清除重建後三維空間的雜訊點。

穩健智慧化建模技術優化金屬粉末射出成型齒列矯正器製程之多目標最

佳化與預測模型建立

主持人：黃惟泰

執行機構：國立屏東科技大學機械工程系

執行期間：民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-020-016-MY2

金屬粉末射出成型(Metal Injection Molding, MIM)兼具粉末冶金與塑膠射出成型之優點，適合製造形狀複雜、尺寸微小且具高精度需求之齒列矯正器等生醫元件。然而成型過程中易產生翹曲變形及溫度分布等問題，進而影響產品尺寸精度、裝配品質與外觀。本計畫以兩年期研究建立結合電腦輔助工程分析、穩健製程設計、多重品質最佳化及智慧預測模型之金屬粉末射出成型齒列矯正器智慧化製程最佳化架構，以提升製程品質並降低傳統試誤所需之時間與成本。研究首先利用電腦輔助工程分析軟體建立齒列矯正器模流分析模型，並以實際成品特徵尺寸進行驗證，模擬與實際量測之平均誤差僅 0.47%，確認模型具有良好可靠性。接續採用穩健製程設計，以翹曲量與平均溫度為品質目標進行製程參數最佳化。單一品質最佳化結果顯示，翹曲量由原製程 0.0007mm 降低至 0.0001 mm，改善 85.7%；平均溫度由 91.4°C 降低至 83.1°C，改善 9.1%。進一步結合灰關聯分析與模糊推論系統建立多重品質特性指標(MPCI)，獲得兼顧兩項品質之最佳製程參數組合，最佳化後翹曲量與平均溫度分別為 0.0001 mm 及 85.0°C，相較原製程分別改善 85.7% 及 7.0%。此外本計畫建立倒傳遞類神經網路(BPNN)與適應性類神經模糊推論系統(ANFIS)智慧預測模型，並透過超參數最佳化提升預測能力。經最佳化結果驗證，兩種模型之平均預測準確率分別達 96.09%與 97.11%，其中適應性類神經模糊推論系統(ANFIS)具有較佳之非線性製程預測能力。本計畫兩年度研究成果已完成由分析模型建立與驗證、單一與多重品質最佳化至智慧預測模型建構之整合架構，可有效改善齒列矯正器關鍵品質特性，並提供製程參數預測與決策依據，降低製程開發之試誤需求與不確定性，可作為生醫精密元件智慧製造與製程最佳化之技術基礎。

非侵入式癲癇診斷回饋系統開發與臨床實證-腦波偵測與刺激回饋裝置開發

主持人： 李柏磊

執行機構： 國立中央大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2811-E-008-020-MY3

本研究提出一套適用於高載波非侵入式時間干涉經顱交流電刺激（Temporal Interference Transcranial Alternating Current Stimulation, TI-tACS）的脈波振幅調變（Pulse-Amplitude Modulation, PAM）架構，以解決傳統微控制器（MCU）於高載波頻率下因頻率解析度不足而無法精確產生拍頻訊號之限制。所提出之 PAM-TI 系統由 STM32 微控制器、PAM 調變器及 Howland 電壓控制電流源組成，利用兩組低頻正弦訊號決定拍頻，再透過高頻 PWM 載波進行極性切換，以實現拍頻與載波頻率分離，進而提升高載波刺激之可行性。為驗證系統性能，本研究依序完成等效電路、鹽水模型及活體大鼠三階段驗證，並比較 PAM-TI 與傳統 2 kHz TI-tACS 之電場分布及組織阻抗。實驗結果顯示，PAM-TI 可維持與傳統 TI-tACS 相近之時間干涉電場分布，且於 100 kHz 載波下可顯著降低組織阻抗，減少刺激器所需驅動電壓與功率消耗，有利於可攜式及穿戴式神經刺激系統之設計。研究成果證實 PAM-TI 可有效突破高載波 TI-tACS 之硬體限制，並提供未來非侵入式深腦刺激及神經調控系統的重要技術基礎。

應用注入式諧振反應肌音圖結合人工智慧方法發展肌力與肌耐力即時量測智能評估系統之研究

主持人：何文獻

執行機構：高雄醫學大學醫務管理暨醫療資訊學系

執行期間：民國 112 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 112-2221-E-037-004-MY3

肌少症為高齡者常見之骨骼肌退化疾病，肌力與肌肉品質下降將增加衰弱及失能風險。然而，現有肌肉品質評估多仰賴昂貴之影像或醫療級設備，不利於社區大規模篩檢。本研究以肌音圖(myophonogram)原理開發低成本、可攜式且非侵入性的肌肉品質量測裝置，結合人工智慧機器學習方法，建立高齡者肌力與肌肉量之智能預測模式。本研究招募 65 歲以上社區高齡者，量測腓腸肌聲學訊號並萃取 52 項時域與頻域特徵，採用 GB、XGB、HGB 及 LGBM 等四種集成式機器學習迴歸演算法，以 MicroFET 量測之踝關節背屈與蹠屈肌力，以及生物電阻抗分析所得之四肢骨骼肌質量指數(ASMI)作為參考標準建立模型。研究共納入 160 筆有效腿部量測資料，並以獨立社區 16 名高齡者進行外部驗證。結果顯示，各模型均具有良好預測能力，其中 HGB 預測踝關節背屈肌力之 R^2 達 0.91，LGBM 預測蹠屈肌力之 R^2 達 0.86，XGB 預測 ASMI 之 R^2 達 0.82，十折交叉驗證及外部驗證亦顯示良好穩健性與泛化能力。本研究成功建立結合肌音聲學訊號與人工智慧之肌肉品質智能評估方法，可快速推估肌力及肌肉量相關指標，具低成本、可攜式、非侵入性及操作簡便等優勢，未來可望應用於社區高齡者肌肉健康評估及肌少症風險篩檢。

基於深度學習技術之可解釋性藥物反應預測系統

主持人：鍾翊方

執行機構：國立陽明交通大學生物醫學資訊所

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-A49-151-MY2

癌症精準醫療的發展對提升患者治療效果與生活品質至關重要，但有效整合癌症基因體數據(如基因表現、基因變異、拷貝數變異等)、藥物化學指紋及癌細胞藥物反應資訊進行精準分析仍具挑戰。本計畫打算運用人工智慧與深度學習技術，結合圖神經網路(GNN)及 Transformer 架構，開發具可解釋性的藥物反應預測模型，進而探索藥物結構與癌細胞基因體的關係，並識別多藥組合的協同效應以提升療效與降低副作用。本計畫預計在 2 年中分別執行以下工作：

1. 第一年| 引入多樣化的特徵嵌入模組：為了提升藥物反應預測模型的效能，我們將著重於引入多樣化的特徵嵌入模組，以有效的萃取基因體數據與藥物結構信息。最終期望在使用相同 Benchmark 資料集的基礎上，取得優於先前研究的結果，提升早期候選藥物篩選效率。
2. 第一年| 建立可擴展於患者樣本的藥物反應預測模型：為解決體外細胞株模型無法準確預測患者用藥反應的問題(數據分布轉移問題)，我們將採用領域自適應技術與半監督式學習策略，縮小實驗室數據與臨床樣本之間的差異，建構能夠泛化的藥物反應預測框架。
3. 第二年| 提升模型的可解釋性與應用性：探索基因層面的生物標誌與藥物結構的交互關係，增強模型透明度，幫助研究者理解預測結果背後的生物學意義。
4. 第二年| 協同效應預測模型：擴展至預測多藥組合的協同效應，支持更安全且高效的治療方案設計。
5. 第二年| 開發互動式使用者介面：設計直觀的視覺化工具，降低使用技術門檻，促進跨領域研究人員間的溝通合作，提升臨床前研究與試驗設計的效率。

藉由完成以上目標，我們期望這項基礎研究不但能提升藥物反應預測的準確性與可解釋性，進而可為不同類型癌症(亞型)找到可運用的藥物，也希望未來可用在臨床前試驗中能有效篩選有潛力的藥物或藥物組合，從而縮短研究時間並提高成功率，優化試驗設計，減少不必要的實驗負擔。

基於 FPGA 晶片設計的深度強化學習系統之加速器研究與應用

主持人： 李世安

執行機構： 淡江大學學校財團法人淡江大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 09 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-032-028

本文提出一個基於佈局決策深度 Q 網路 (Placement Deep Q-Network, Placement DQN) 的 FPGA-PC 協同設計架構，用於即時自主俄羅斯方塊控制。相較於傳統逐步動作決策方式，本研究直接以合法方塊佈局作為決策空間，以降低控制複雜度與推論次數。俄羅斯方塊具備大狀態空間、序列決策及長期回饋等特性，因此可作為深度強化學習硬體化之驗證平台。系統中，PC 負責枚舉合法佈局並建立 204 維特徵向量；Nios II 處理器負責 UART 通訊與 Avalon-MM 控制；FPGA 則實現採用 Q8.8 有符號定點運算的 204-64-32-1 神經網路加速器。實驗結果顯示，FPGA 推論結果與 PC 定點參考模型完全一致，單一候選方案推論時間為 1.213 ms，大量候選評估約需 76.5 ms。在 443 次佈局操作中，端對端平均延遲為 703.206 ms，而 Nios II 處理延遲僅為 8.845 ms。結果顯示，系統主要瓶頸來自 UART 傳輸與多指令循序執行，而非神經網路推論。本研究驗證了 Placement DQN 於 FPGA 上進行即時定點推論的可行性，並可作為未來低延遲邊緣智慧決策與自主機器人控制系統之基礎。

智慧人形機器人之研製及其於人機協作場域之應用(III)

主持人： 李祖聖

執行機構：國立成功大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006-134

本計畫設計並實作一款身高 135 公分、可執行移動與操作任務的人形機器人。該機器人採用仿人型自由度（DOF）配置、近端致動器配置、整合式感測模組，以及即時控制架構，以實現全身運動控制與可靠的系統運作。本研究在模擬環境中訓練基於強化學習（RL）的移動控制策略，並透過所開發的軟硬體架構，將該策略直接部署至實體機器人。外力推擾實驗結果顯示，此機器人能維持穩定行走；實機測試亦驗證了所提出系統的有效性。本計畫在 CACS 2026 投稿兩篇論文並已接受發表。

多樣態機器人協作策略與動作控制系統之研發(1/3)

主持人： 郭秉寰

執行機構： 國立成功大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006-210-MY3

隨著智慧製造、自動化與機器人技術的快速發展，機械手臂與人形機器人逐漸被應用於工業生產、智慧物流與高階服務場域中，然而實際環境常具有物品隨機堆疊、非結構化地形、不同載重與動態擾動等挑戰，使傳統固定路徑或規則式控制方法難以兼顧任務成功率、穩定性與能源效率。為解決上述問題，本研究提出結合深度增強式學習(Deep Reinforcement Learning, DRL)與生成式模型之智慧機器人控制架構，分別應用於六軸機械手臂之物品重排與夾取決策，以及 20 自由度人形機器人之節能步態控制。在機械手臂系統中，透過攝影機擷取環境影像，並採用 Soft Actor-Critic (SAC) 演算法訓練分類模型、推動模型、夾取模型與放置模型，使系統能判斷當前環境是否需先推動重排，或可直接選擇最佳夾取位置與角度完成夾取並放置至指定位置；同時導入領域隨機化(Domain Randomization)降低模擬與實體環境之差異，並利用知識蒸餾技術整合多模型能力，以降低運算成本並提升即時推論效能。在人形機器人系統中，採取模擬環境訓練與實體部署驗證策略，利用 SAC 演算法設計獎勵函數，使人形機器人在維持穩定行走的同時降低馬達能量消耗，並導入 Cycle Generative Adversarial Network (CycleGAN) 進行扭矩特徵轉換，以改善模擬數據與真實物理特性之落差。實驗結果顯示，本研究所提出之方法能有效提升機械手臂於隨機堆疊環境中的重排與夾取能力，並使人形機器人在不同負載條件下展現穩定且節能的步態表現，驗證了深度增強式學習結合虛實遷移、領域隨機化、知識蒸餾與生成式對抗網路於智慧機器人控制應用中的可行性與實用價值。

基於大型動作模型的移動式機器手臂控制：辦公室內物品傳遞與撿拾應用

主持人： 陳翔傑

執行機構： 國立中央大學機械工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-008-075-MY2

本計畫旨在發展具備環境感知、語意理解與自主操作能力之智慧移動式機器手臂系統，提升機器人在辦公室等非結構化環境中的服務能力。第一年度研究著重於建立物件撿拾與人機交接之核心技術，結合大型語言模型、多模態視覺感知、部位級影像分割與夾取點推論，使機器人不僅能辨識目標物件，亦能理解物件不同部位之功能與可供性，進一步依據使用者指令選擇適當且安全的夾取位置。研究中提出雙圖對照之多模態推理機制，透過原始場景影像與部位級遮罩資訊輔助模型進行空間與語意判斷，並結合實體夾爪幾何碰撞檢測、夾取位置修正及交接朝向計算，以降低複雜環境中的碰撞與不安全遞交風險。同時，系統於 ROS 2 架構下建構任務狀態機與夾取回授機制，可因應物件遮擋、姿態異常及場景干擾等情況。實機測試結果顯示，完整系統之有效安全交接成功率可達 90%，顯示所建立之感知、推理與操作架構可作為後續整合移動平台與大型動作模型，實現辦公室自主導航、物品撿拾與遞交任務的重要基礎。後續將進一步整合移動式機器人平台與大型動作模型，強化機器人對環境與人類指令的自主理解、任務規劃及動作執行能力，逐步實現辦公室場域一體化智慧服務機器人系統。

以深度學習為基的視覺/慣性之同時定位與地圖生成於領導無人機之即時 路徑規劃及 4G 網路為基的異質多無人機之群飛

主持人：黃志良

執行機構：國立臺灣科技大學智慧型機器人中心

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC-114-2221-E-011-120

視覺慣性里程計系統對於無人機在全球導航衛星系統訊號受阻環境下的自主定位至關重要。然而，傳統視覺慣性里程計系統高度依賴幾何特徵檢測器，這類偵測器在非顯著環境中常表現不佳，例如低紋理、低照度、運動模糊以及重複樣式等情境。由於基於特徵偵測器的方法在這些環境中難以萃取足夠且具辨識度的特徵，進而導致追蹤退化與定位失敗。為克服上述困難，本研究提出一種混合式特徵追蹤框架，將以局部特徵 Transformer 增強的無偵測器深度學習匹配器與光流追蹤整合，用於無人機的即時定位。光流透過 Lucas-Kanade 金字塔追蹤，在相鄰鎮之間利用稀疏特徵對應來進行快速且穩健的短期特徵追蹤，並基於亮度恆常假設估計像素位移向量。然而，光流容易受到累積漂移影響，且在不具辨識度的環境中可能遺失特徵追蹤。相較之下，無偵測器深度學習匹配器能在不依賴顯式角點偵測或手工設計描述子的情況下，直接於像素層級建立對應關係；其透過基於 Transformer 的注意力機制擷取稠密匹配，用以從追蹤失敗中恢復，並在不具辨識度區域補充特徵。本研究提出之無偵測器深度學習匹配器-視覺慣性里程計於 VINS-Fusion 框架內實作，並部署於搭載立體視覺相機與慣性感測器的六旋翼無人機平台。除在公開 EuRoC 資料集上，與多種先進方法（例如 VINS-Fusion 與 SuperVINS）進行比較實驗外，亦在公園場域進行即時定位測試，涵蓋低紋理草地、不同光照條件、運動模糊與重複圖樣等情境，結果均驗證本方法的優越性。相較於先進的 SuperVINS，所設計的方法在累積平移誤差方面平均降低 29.2%，在累積旋轉誤差方面平均降低 37.4%。此外，所提方法亦提升運動穩定性，使平移相對穩定性指標提升 51.9%，展現其在複雜且不具辨識度環境中的穩健定位能力

以能適合崎嶇地形行動之雙足機器人控制為基礎之外骨骼設計

主持人： 顏家鈺

執行機構： 國立台灣科技大學工程系

執行期間： 民國 115 年 10 月 21 日至 115 年 10 月 24 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-011-130-MY3

本研究開發一套基於數位孿生（Digital Twin）技術之雙足機器人系統，透過慣性測量單元（IMU）擷取人體姿態與運動資訊，並將量測資料映射至虛擬雙足機器人，以重建人體步態。控制架構結合深度強化學習（Deep Reinforcement Learning, DRL）與對抗式動作先驗（Adversarial Motion Priors, AMP），使機器人學習人體步態特徵，並進一步整合比例微分（PD）控制器以提升步態追蹤能力。本研究於 NVIDIA Isaac Sim 物理模擬環境中建立數位孿生模型，針對不同 DRL-PD 控制策略進行模擬與比較，評估其步態追蹤性能及動態穩定性，作為後續雙足機器人控制與人體動作模擬研究之基礎。

分散式自主地空機器人任務分配與協作(II)

主持人：莊景歲

執行機構：國立臺灣科技大學機械工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 116 年 01 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-011-131

隨著智慧農業與自主機器人技術發展，多機器人系統逐漸應用於水果採收、施肥、灌溉及巡檢等農業作業，然而，農業環境具有任務狀態變化、機器人能力差異及環境不確定性等特性，使任務分配成為影響系統效率的重要問題。因此，本研究針對自主水果採收提出分散式多機器人任務分配架構，並分別探討即時任務分配(Instantaneous Allocation, IA)與時序任務分配(Time-extended Allocation, TA)，以驗證相似演算法能解決不同類型之任務分配問題。在 IA 問題中，系統以拍賣機制為基礎，動態選定一台機器人擔任拍賣者，各機器人透過貝氏網路依據自身能力與任務條件推論任務成功機率。拍賣者收集結果後，利用匈牙利演算法進行最佳化，使機器人與單一任務配對之結果最大化總任務成功機率。實驗結果顯示，即使機器人能力與任務條件存在差異，IA 仍能有效完成任務分配。在 TA 問題中，系統進一步將多個任務組成任務組合，使單一機器人可於一次分配中取得多項任務。各機器人同樣利用貝氏網路評估任務成功機率，並透過基因演算法搜尋任務組合內較佳的執行順序以取得較大的任務累計成功效益值，最後由拍賣者使用混合整數線性規劃，求得整體任務成功效益最大的分配結果。實驗顯示，TA 能進一步考量機器人能力、任務優先程度與執行順序，使任務分配更符合實際農業採收需求。未來可進一步增加機器人數量與任務數量以驗證演算法之可擴展性，並在真實農業場域中蒐集資料且更新貝氏網路之參數，使任務分配結果更趨近於真實情景。

基於多模態點雲與層級強化學習的空地協作機器人蜜瓜養護研究

主持人：張仲良

執行機構：國立屏東科技大學生物機電工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-020-020

臺灣推行智慧機器人技術發展政策多年，望能促進產業的創新應用。發展農業機器人技術有益於改善農業生產效率以及減少勞動強度。現階段的農業機器人侷限於單一作業能力，可能無法滿足多層次、多階段植物養護需求，例如授粉、疏葉(果)、修剪枝(葉)及逆境防護等。本研究目的旨在發展一多功能且具協作能力的空地型的植物養護機器人。本年度已完成溫室內使用約 700 克的四旋翼飛行機器(含電池、具有安全屏護)、地面移動的軌道式載台以及組裝與製作五軸機器手臂及其影像感測系統，其可做為植物授粉、剪枝(葉)的原型機構；此外，研究成果亦包括分析多模態感測(影像、授粉聲音、距離等)於蜜瓜生長及花蕊釋放花粉型態分析以及基於點雲技術的重建枝條 3D 分佈的深度學習技術，結果顯示，花朵展幅程度對於授粉率呈現正相關，蜜瓜類植物的雌、雄花蕊辨識率達 85%，手臂的三維定位精度誤差為 2 mm，莖葉比與枝葉比用來判斷修枝與否。同時，模擬一五軸機器手臂進行順序授粉以及基於模型預測控制(PMC)的授粉角度控制，並於一室內環境模擬協作場景；載台於地面軌道上移動，四旋翼飛行機器懸浮於空中，機器人作業系統實施作業排序與規畫機器手臂移動的最佳化路徑，驗證單機器初步作業能力，本研究成果已發表 3 篇國際會議論文(EI 收錄)、並偕同 APOCHIA 株式會社簽訂技術合作備忘錄(MOU)。

基於大型模型之持續強化學習及其在機器人動作學習之應用

主持人： 王銀添

執行機構： 淡江大學人工智慧學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號： NSTC 114-2221-E-032-026

針對發展自主機器手臂系統的持續強化學習與模型微調機制的議題，本計畫提出應用研究計畫，研究成果將應用於機器人系統的抓取與擺放任務。預計完成的研究議題包括：建立自主機器人系統軟硬體架構、規劃機器人大型視覺-語言-運動模型的微調機制、設計機器人強化學習機制、蒐集機器人模型多模態輸入資料集、建立自主機器人測試場域與評估機制等。主要工作項目包括設計自主機器手臂系統軟硬體架構，規劃基於大型基礎模型的機器人決策學習模型，以及發展機器人模型的微調機制與強化學習演算法。也將決策學習模型應用在機器手臂系統的夾取任務之模擬，並以現有設備實作工件夾取任務的測試。此計畫的研究成果將應用在智慧製造系統，結合製造執行系統進行測試與分析，驗證本計畫所提出演算法的實用性。未來也可以將這些研究成果應用到醫療復健環境或居家環境，克服更複雜的環境與更高度非結構化的照護任務。

體現動畫角色之人形機器人的軟硬體系統開發與動作生成(II)

主持人：劉智誠

執行機構：淡江大學電機工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-032-035

本計畫旨在開發可體現動畫角色之外觀、表情、行為與互動特性的第二代人形機器人，結合淡江大學在人形機器人機構、驅動與控制方面的研發經驗，以及日本早稻田大學在動畫角色設計與動作生成方面的研究成果，建立兼具虛擬角色展演與實體機器人控制能力之智慧互動平台。針對傳統娛樂型人形機器人缺乏動畫風格表情、自主對話及情境化行為等限制，本研究導入大型語言模型、虛擬角色動畫與機器人運動控制技術，使系統能依據使用者的文字或語音輸入，自主產生符合角色設定與互動情境的台詞及動作。本計畫成果主要分為三部分。首先，建置以 Unity 為核心的多模態智慧人形機器人系統，整合 GPT 語言模型、角色與動作資料庫、Unity Animator、VSeeFace、VMC 通訊協議、BioIK 逆運動學及馬達控制模組，形成包含人機介面、動畫處理、運動學轉換及馬達控制之分層式架構。其次，完成智慧化動畫角色互動介面，可匯入角色模型與特徵腳本，並支援語音辨識、對話生成、情緒與動作決策、行程設定及 AI NPC 導覽等功能，使角色能依個性、場地資訊與對話內容產生一致且具情境性的回應。最後，透過雙電腦與多場景架構完成系統整合測試，驗證從使用者輸入、GPT 回應與動作標記生成、虛擬角色動畫播放、逆運動學轉換，至實體機器人馬達驅動的完整流程。測試結果顯示，虛擬角色與實體機器人可同步呈現語意相符之動作與回應，證明本系統具備良好的模組化、擴充性與實際應用可行性，未來可進一步應用於展覽導覽、娛樂表演、遠端化身及互動服務等場域。

多機器人視覺同步定位與地圖建構與環境物件語意建置

主持人： 翁愷貽

執行機構： 國立中山大學電機工程學系

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-110-050-MY2

本研究計畫聚焦於多機器人視覺同步定位與地圖建構(SLAM)和地圖中的物件語意建構技術之整合，並以三大子題為核心進行系統性開發。首先，(I)多感測器融合 VSLAM 系統旨在提升單一機器人於未知環境中的定位與建圖精度，透過整合 RGB-D 攝影機、IMU、光達等感測器，並導入閉環偵測與優化演算法，強化地圖的穩定性與一致性以利於整合局部地圖。其次，(II)多機器人協作之地圖建構與派遣系統則著重於多台機器人在同一場域中如何有效分工與協作建圖，並透過強化學習設計智慧派遣策略，使各機器人能根據環境變化動態調整行動。最後，(III)物語意地圖建構系統則進一步導入深度學習進行物件辨識與語意標註，使地圖不僅具備幾何結構，亦能呈現物件類型與位置資訊，提升機器人對環境的理解能力。這三項子題共同構築一個具備高精度定位、多機器人協作與語意理解能力的 SLAM 系統。

深度模型學習之經驗重現結合深度強化學習於智慧機器人

主持人： 蔣惟丞

執行機構： 國立中正大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-044-MY2

深度強化學習雖已在複雜決策任務中展現良好成效，但無模型方法通常需要大量環境互動經驗進行訓練，仍面臨樣本效率不足的問題。為提升經驗利用效率，本計畫提出生成式經驗重現結合多步經驗規劃架構，以條件變分自編碼器（Conditional Variational Autoencoder, CVAE）建立世界模型，並以深度雙 Q 網路（Double Deep Q-Network, DDQN）進行策略學習。首先，結合時序差分誤差與貝爾曼誤差評估經驗價值，選擇具學習價值的狀態作為規劃起點；接著透過世界模型進行正向或反向多步預測，產生虛擬經驗序列，並將生成經驗與真實歷史經驗混合使用，以降低多步預測造成的模型誤差累積。實驗於五種不同特性的強化學習環境中進行驗證，結果顯示，所提出方法能有效提升學習與收斂效率，並減少達成穩定策略所需的真實環境互動次數。

適用於輔助各項下肢運動之輕量型外骨骼機器人

主持人： 蕭得聖

執行機構： 國立陽明交通大學電控工程研究所

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E- A49-122-MY2

台灣社會的快速老化與勞工高比例的肌肉骨骼病變，突顯了對新型輔助科技的迫切需求。現有外骨骼多針對單一動作設計，難以滿足日常與職業環境的多樣化情境。本研究開發一款輕量化、多自由度的下肢外骨骼機器人，以鋁合金為主骨架並輔以碳纖維複合材料，在確保整體強度的同時實現輕量化。硬體配置上，系統於矢狀面的髖部與膝部提供主動力矩輔助，並於冠狀面加入被動自由度以保留穿戴者的靈活性與安全性。

在控制策略方面，本系統將穿戴者與外骨骼視為單一的人體-外骨骼耦合系統。為克服傳統生理感測器易受雜訊干擾的限制，本研究使用外擾觀測器來即時估測穿戴者意圖，並透過設計的導納控制函數將意圖轉換為合適的關節馬達速度命令，提供穿戴者力矩輔助。

實驗結果驗證，在跑步機行走測試中，穿戴者的關節軌跡連續且平滑，無明顯震盪，顯示人機交互狀態穩定。此外，代謝成本分析指出，在 0.69 m/s 的行走速度下，外骨骼輔助能使代謝成本平均降低 8.7%。本研究成功驗證了該輕量化系統之硬體設計與控制演算法的有效性，能協助穿戴者以更低功耗的方式完成平地行走、上下樓梯及蹲站姿態轉換等活動。

數位孿生人工智慧再生能源發電及負載預測與用電成本最佳化技術研究

主持人： 魏榮宗

執行機構： 國立臺灣科技大學電子工程學系(所)

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-011-108

傳統預測模型在面對天氣劇烈變化、太陽光電案場缺乏氣象量測設備及模型劣化時，常出現準確率不足與跨場域泛化性低的問題。為解決上述問題，本計畫提出一套整合氣象爬蟲與深度學習之太陽光電智慧發電預測系統，可自動擷取鄰近氣象站公開數據，並透過皮爾森相關性分析(Pearson Correlation Analysis, PCA)篩選關鍵特徵，降低資料維度與模型複雜度。核心架構採用長短期記憶網路編碼器(Long Short-Term Memory Encoder, LE)與雙向長短期記憶網路(Bi-directional LSTM, BiLSTM)組成之混合模型，有效捕捉氣象特徵與發電量間的關聯性。本系統已實際應用於台灣北、中、南、東六個真實案場進行逐時與逐日預測，逐時與逐日預測之正規化平均絕對誤差(Normalized Mean Absolute Error, nMAE)較其他模型最大改善幅度分別為 23.2%與 27.3%。同時導入線上學習機制，當誤差累積超過閾值時自動啟動再訓練，跨場域預測 nMAE 改善率約 80.8%，長期運行下單日 nMAE 最高改善率為 66.9%。結果證實本系統兼具高準確率、低資料需求、優良泛化性與長期穩定性，且能同時適用於逐時與逐日兩種不同時間尺度之發電量預測，展現跨時間尺度的適用性與實務應用價值。

無人自行車之軌跡追蹤與多重感測器導航

主持人： 何明字

執行機構： 國立成功大學工程科學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006-174

本專題研究針對無人自行車之軌跡追蹤與導航系統進行研究。首先，將自行車運動模型轉換為鏈式形式(chained form)，並依據串級系統(cascaded-system)穩定性理論設計線性時變軌跡追蹤控制器。針對座標轉換於特定方位角產生之奇異問題，進一步建立相差九十度之雙座標系控制架構，透過座標切換避免控制器進入奇異區域。此外，建立以慣性量測單元(inertial measurement unit)為基礎之慣性導航系統，以提供自行車姿態、速度與位置資訊，並建立慣性導航誤差模型與使用誤差卡門濾波器，以 RTK 定位資訊作為外部觀測，進而降低慣性感測器誤差累積對導航結果之影響。最後，以模擬與實驗結果驗證所設計之軌跡追蹤控制及導航系統之可行性及效能。

居家環境之智慧型無人自走車功能建置(第一年)

主持人： 王文俊

執行機構： 國立中央大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-008-085-MY2

本計畫為期兩年，第一年以市面現有的無人自走車為實驗載具，以一個客廳居家環境為場域，達成自走車可以建立環境地圖、自我定位、路徑規劃，以及自動避障，確保高效且安全的運行為目標。當主人給予自走車在居家環境中任何目標點，自走車將可以自己規畫最佳路徑，避開障礙，並且準確抵達目標點。我們不想在目標點加上類似 Apriltag 或 ArUco 指標來幫助定位，而是希望以環境特徵來取代那些指標，讓自走車以環境特徵來協助自我定位於目標點附近。目前第一年執行完畢，已經完成語意地圖的建構與底層導航架構建置。目前已完成多感測器融合的語意地圖，並設計機器人自主探索的全自動建圖流程。在導航決策上，系統落實了先抵達目標，再進行下一步規劃的探索邏輯，有效防止載具在狹窄的室內通道中因頻繁重新規劃而陷入停頓。在空間感知方面，系統透過 VLM 辨識出環境中的大型家具與家電，接著演算法推算物件尺寸與座標並加入至地圖中，同時導入了非同步執行架構，有效解決 SLAM 與 VLM 雙軌並行時可能造成的運算延遲，確保機器人移動的順暢度，並搭配特徵融合機制來進一步確保語意地圖的準確性。此外，我們也完成手機監控與遙控自走車的應用程式介面，讓使用者更直觀的操作機器人，為後續第二年的常識推理與高階智慧尋物提供良好的技術基礎。

智慧型輪椅輔助動力系統(II)

主持人： 林苑婷

執行機構： 國立中央大學機械工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-008-089

動力輔助型輪椅的主要用途為提供手推型輪椅適當的輔助力，以幫助使用者可以利用自己的力量行動。本計畫為多年期計畫的第二年，主要發展一種可外加在手推輪椅的智慧型動力輔助系統，包括輔助動力模組的硬體與具備自我學習的輔助力控制演算法，其控制目標為根據使用者推動左右兩側手推環的力量之估測值，預測使用者心中的行駛意圖，進而提供讓使用者感受到貼心與安全舒適的馬達輔助力。此輪椅的目標應用場合為室內與戶外兼具，讓使用者可以自主行動於不同路況而延長活動範圍，以提升可用雙手推動輪椅的身障者、年長者及病後患者的自主運動意願。基於第一年計畫已完成機構與電路硬體的建立以及核心演算法的發展，本年度以產品化為目標，完成以下三項工作：已將輪胎驅動力控制技術納入輔助動力控制演算法，避免因打滑導致方向失控的安全問題，使輪椅得以延伸應用於戶外各種路況；並且於輔助動力控制演算法中加入線上參數識別與學習能力，以適應不同地形及使用者體重與坡度負載的變異；最終，已將智慧型輪椅動力輔助力控制演算法實現於第一年所發展的輪椅實驗系統，並進行實驗驗證。實驗結果證實，在使用者推力不足、不考慮輪胎打滑的條件下，該演算法可提供符合使用者目標行駛路徑所需的安全與平滑輔助力，使平均推進力矩降低約 21%，有效減輕上肢負擔，未來可望移轉產業使用。

iPABan robot-實現 AR 虛實整合沉浸式體驗之幼童伴讀互動式學習機器

人

主持人： 林明義

執行機構： 元智大學資訊工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 1142221-E-155-039

隨著現代家庭結構的變化，雙薪家庭比例逐漸上升，幼兒的情感陪伴與教育需求愈加受到重視。本研究旨在開發一款專為 2 至 10 歲兒童設計的智慧親子互動機器人——iPABan Robot，為幼童提供 AR 虛實整合的沉浸式學習與伴讀體驗。iPABan Robot 結合語言模型 Phi-3.5-mini、聲音模仿(Voice Cloning)與 T2V (Text-to-Video)三大生成技術，整合語音識別、聲音模擬、3D 虛擬觸控以及多模態交互技術，構建具高度互動性的智能學習環境。幼童可在 AR 擬真的故事情境中與虛擬繪本進行互動，享受親子般的伴讀體驗，提升學習的沉浸感與趣味性。本研究完成致力於優化語言模型在多模態學習環境中的應用，探索生成式 AI 於兒童教育與陪伴領域的創新價值。預期成果包括實現 AR 沉浸式伴讀機器人的系統架構，並藉此提升幼童的語言發展與學習興趣，推動智慧教育設備在家庭與學校的應用。

結合類神經觀測器之多無人機吊載運輸控制設計

主持人：黃正自

執行機構：中國文化大學機械工程系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NCST 1142221-E-034-003

本計畫主要在將前幾年的研究設計成果延伸至多無人機掛載運輸任務的梯隊控制議題上，並加以實踐。首先在梯隊架構部分主要以領隊-追隨者方式，以負載的預設軌跡視為梯隊的虛擬領隊，而其餘四旋翼機當成跟隨者，追隨者與領隊之間保持固定隊形。在系統存在慣量不確定下，發展設計出相關之類神經適應性控制器，並延續上一個計劃所提出的組合式參數更新法則，展現較佳之系統追蹤效能。而特別在繩索拉力估測補償方面，則建構傅立葉神經網路觀測器，相較於現有拉力觀測器，本計畫所設計之觀測器無需預知拉力上限且避免相關高頻震盪現象，亦無需加裝額外感測器。更重要的是我們的方案可保證觀測誤差的最終收斂特性，其應用性大大提高。在理論設計完成之後，我們以 PX4 系列的微控制器加以實踐，以驗證所提設計之有效性及優越性。

基於解耦合之快速適應性永磁馬達強健控制研究

主持人：張欣宏

執行機構：中原大學電機工程學系

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-033-038

本計畫針對電動車（EV）動力傳動系統核心——三相內置式永磁同步馬達（IPMSM），深入研究其在極端操作環境下（大轉矩區、弱磁區與高溫環境）面臨的全參數變動（All Parametric Variations）問題。當馬達實際運作時，因磁飽和與繞組溫升等非線性特性，會導致定子電阻、雙軸電感及轉子磁通鏈發生劇烈偏移，進而造成傳統去耦 PI 控制器的電流環解耦失效、運轉暫態產生突發性過衝與震盪，嚴重影響轉矩控制精確度。為克服此技術瓶頸，本計畫成功開發出一種結合動態增益調整與即時參數變動估測之強健電流控制技術。本技術核心在於無需外接任何硬體轉矩感測器或高精密度量測電路，而是透過李亞普諾夫（Lyapunov）穩定性定理，嚴密推導出具解耦基底之自適應調節控制補償律。該演算法結合名義模型下的解耦電壓基底，疊加即時變異估測項以抵消系統不確定性，並導入隨追蹤誤差動態縮放之自適應比例增益以加速暫態收斂。此方法的最大優勢在於不需要預知參數變動的上界（Variation Bounds），且運算結構高度精簡，能大幅減輕微處理器的運算負擔。本研究已透過嚴謹的理論推導、Matlab 模擬分析，並實質建置以 DSP TMS320F28377S 為核心的 1000W 馬達高精度硬體實測平台進行實驗驗證。實驗結果顯示，在 1000 RPM 至 2000 RPM 的寬轉速範圍與動態電流階躍變化下，所提方法能在 0.01 秒內完成快速且精確的追蹤，電流達成目標值的時間比傳統解耦 PI 控制器縮短了約 50%，且有效抑制了高速運轉時因反電動勢上升與交叉耦合所誘發的持續震盪，輸出扭矩在無感測條件下仍能平穩維持於 3.5 Nm。不論在暫態響應速度或抗非線性干擾能力上，本研究所提策略均展現出極高的技術優勢與電動車載具應用的可行性。

基於輪胎/地面摩擦鑑別與即時提升李亞普諾夫導數負定性之一類車輛主動式安全控制律強化方案

主持人： 彭守道

執行機構：南臺科技大學機械工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-218-016

輪胎/地面摩擦力是車輛安全應用中的一項重要參數，它對車輛的動態效能與穩定性有著重大的影響。車輛安全控制系統，若能準確估算輪胎/地面摩擦資訊，並依據摩擦圓即時情況進行控制策略調整，預期會有更好的行車安全與動態效能。車輛安全控制系統根據實車狀態與參考狀態間的差異構建「上層控制律」。並經由「控制分配層」分置到各車輪扭力進行控制實現。

本計畫旨在應用「參數鑑別技術」進行即時摩擦資訊估算，並在「控制分配層」中根據此資訊以及「上層控制律」伴隨的李亞普諾夫導數，重新調整控制律。經調整後的控制律，其伴隨的李亞普諾夫導數將具有更高的「負定性」。因此能增強原「上層控制律」的抗干擾能力，並加速穩定化的收斂速率。在計畫初期，我們採用基於低滑移線性區域的簡化模型進行參數鑑別。上層控制律的設計則以自行開發的控制策略為基礎，進行驗證。此簡化摩擦模型在摩擦力飽和區中仍能滿足設計中的不等條件，因此能將控制操作區拓展至車輪打滑區域。本計劃除了進行相關的控制律推導外，也將藉由學界常用的車輛系統模擬軟體，驗證本計劃的控制技術可行性。產出的成果可做為車輛主動式安全控制設計以及自駕車底盤控制技術的參考。

多模態感測器數據融合技術應用於道路標線品質即時檢測

主持人： 陳斌勇

執行機構： 國立屏東科技大學車輛工程系

執行期間： 民國 114 年 05 月 01 日至 115 年 08 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-020-001

道路標線為智慧交通與自動駕駛系統的重要道路資訊，其品質會影響駕駛人與車輛感知系統之判讀。傳統道路標線巡檢多仰賴人工目視檢查，耗費大量人力且易受主觀判斷影響。因此，本研究提出一套道路標線品質自動檢測系統，整合 LiDAR、相機、GNSS 與 IMU 等感測資訊，建立由資料擷取、標線辨識、感測融合、磨耗分析至成果輸出之完整流程。

本研究利用 LiDAR 取得道路表面之幾何與反射強度資訊，並以 YOLOv11 segmentation 進行道路標線辨識與像素級遮罩生成，再透過 LiDAR 與影像投影融合取得高可信度標線點。後續採用網格化分析方式，整合反射強度比、點雲密度比、融合保留率與幾何覆蓋指標，計算綜合磨耗分數並進行標線品質分級。

實驗共取得 2,441 個分析網格，其中 1,210 個可完成正式磨耗分級，占 49.6%；包含良好標線 1,060 個、輕度磨耗 131 個及中度磨耗 19 個。系統共偵測出 150 個需優先關注之異常網格，有效分級網格之平均綜合磨耗分數為 0.906。最後，系統可自動產生巡檢報表與異常標線位置地圖。

研究結果顯示，本研究所提出之多感測器融合方法可將道路標線品質轉換為數值化與空間化資訊，具備應用於智慧交通道路巡檢與道路養護管理之可行性。

次世代電動載具動力總成核心差速器技術開發

主持人： 胡家勝

執行機構： 國立臺南大學綠色能源科技學系

執行期間： 民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號： NSTC 113-2221-E-024-003-MY2

本計畫旨在開發適用於集中式動力電動車之次世代雙輸入差速器及其行駛防滑控制技術，以改善傳統開放式差速器於左右輪路面附著條件不一致時，驅動扭矩受低附著側車輪限制，且無法主動調整左右輪扭矩分配之問題。研究首先建立傳統開放式差速器與新型雙輸入差速器之動態模型，分析其轉速、扭矩傳遞關係及系統可控制性與可觀測性。藉由於差速器行星齒輪系中加入輔助齒輪及獨立控制之輔助馬達，使原本單一主馬達輸入之被動差速機構形成雙輸入架構，進而具備主動調節左右輪扭矩分配之能力。

在控制策略方面，本計畫整合最大可傳輸扭矩估測(Maximum Transmittable Torque Estimation, MTTE)、左右輪路面負載觀測器及以行星齒輪轉速為基礎之異常輪速偏差檢測方法。MTTE 依據車輪負載狀態估算可穩定傳遞之最大驅動扭矩，於左輪進入低附著路面時限制主馬達輸出；輔助馬達則依據左右輪負載狀態進行扭矩補償或調節，使高附著側車輪得以維持所需驅動能力。考量車輛轉彎時左右輪本身即具有正常之幾何轉速差，本研究進一步利用阿克曼轉向幾何建立左右輪理論轉速，並轉換為正常行駛狀態下之行星齒輪參考轉速，藉由比較參考值與實際估測值，區分正常轉彎所需之輪速差與低附著路面造成之異常輪速偏差。

為驗證所提出方法，本計畫建置結合 CarSim 車輛動態模型、Simulink、CompactRIO 即時控制器、實體伺服馬達及雙輸入差速器機構之硬體迴路(Hardware-in-the-Loop, HIL)實驗平台，並針對直線、左轉及右轉等行駛狀態，分別設定左側或右側低附著路面，共進行六種不對稱低附著路面測試。實驗結果顯示，導入控制策略後，六種測試情境之低附著側平均絕對滑移率皆獲得改善。直線行駛之左、右側低附著測試分別由 12.6%降至 0.50%及由 8.7%降至 0.57%；左轉時 左、右側低附著測試分別由 11.2%降至 0.90%及由 27.9%降至 0.78%；右轉時則分別由 35.1%降至 7.1%及由 4.9%降至 3.1%。此外，本計畫進一步依據 ISO 3888-2 建立連續變換車道測試情境，並於行駛路徑中配置局部低附著路面，以驗證控制策略面對連續轉向及左右低附著位置變化時之適應能力。結果顯示，控制系統可依低附著路面所在位置切換主馬達與輔助馬達之控制方式；車輪進入低附著區域時雖產生短暫輪速擾動，但其轉速偏差可逐漸收斂，未形成持續性輪速發散。

綜合研究成果，本計畫完成新型雙輸入差速器之動態分析、控制系統設計及硬體迴路實驗驗證，證實透過輔助馬達增加差速器控制輸入，可突破傳統開放式差速器被動扭矩分配之限制，並結合 MTTE、路面負載估測與行星齒輪轉速判斷機制，在不對稱及動態變化之低附著路況下主動

調節左右輪驅動扭矩，降低異常輪速偏差，展現其應用於集中式動力電動車行駛防滑控制之可行性。

智慧型無人機與地面無人載具協作於社區監控應用

主持人：林正堅

執行機構：國立勤益科技大學資訊工程系

執行期間：民國 113 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-167-028-MY2

本計畫針對智慧社區監控需求，建構由地面無人載具（Unmanned Ground Vehicle, UGV）地面巡航與無人飛行載具（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）空中偵查所組成的空陸無人載具技術架構。UGV 端整合人工勢場法（Artificial Potential Field, APF）、深度 Q 卷積模糊神經網路（Deep Q Convolutional Fuzzy Neural Network, DQCFNN）、同時定位與地圖構建（Simultaneous Localization and Mapping, SLAM）、全局路徑規劃，以及長距離通訊（Long Range, LoRa）與 WiFi 雙通道通訊。UAV 端則整合輕量化目標偵測與 Deep Simple Online and Real-Time Tracking（DeepSORT）追蹤、即時動態全球定位系統（Real-Time Kinematic Global Positioning System, RTK-GPS）、RGBD 攝影機與前進及旋轉（Forward and Rotate, FnR）避障，以及返回 UGV 之視覺自主降落控制。實驗結果顯示，APF 相較 DQCFNN 可將導航時間與距離分別縮短 20.24%與 20.14%；LoRa 最遠傳輸距離可達 250 m。UAV 之 FnR 於實際場域完成 12.0 m、43 s 之導航，YOLOv7-tiny 部署於 Jetson Orin NX 後達 97% Precision、97% F1-score、99% mAP 與 13 FPS。FNN 高度估測器之 RMSE 為 0.054、MAPE 為 0.018，且僅含 65 個參數。自主降落實驗亦驗證 ArUco marker 暫時遺失後之爬升、重新定位與穩定著陸機制。整體成果完成由 UGV 地面巡航與通訊，到 UAV 空中偵查、避障與返回 UGV 降落之連續驗證，可作為智慧社區空陸協作監控之技術基礎。

結合數位孿生實現自駕車全域觀之認知決策與控制系統(3/3)

主持人： 林昱成

執行機構： 逢甲大學自動控制工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 112-2628-E-035-001-MY3

本年度主要完成「鳥瞰視角感知系統的統一式多任務學習方法」及「基於數位孿生之自駕資料生成與驗證平台」兩項核心成果。在鳥瞰視角 BEV 感知方面，本年度進一步強化多任務感知能力，提出統一共享編碼器架構，透過時間自注意力與空間交互注意力機制，整合多視角影像與連續時間資訊，建立統一之 BEV 特徵表徵，使模型能於同一特徵空間中同時執行 3D 物件檢測、鳥瞰語義圖生成與動態物件軌跡預測。透過多任務特徵共享與跨任務資訊互補，提升自駕系統之整體環境理解能力，降低運算負擔並提升運算效率，強化自駕感知技術之實際應用性。此外，於數位孿生整合測試平台方面，本年度建置基於 Unreal Engine 5 之自駕資料收集與驗證環境，結合 Fusion 360、Blender 與 Materialize 等工具，建立具台灣道路與城市環境特徵之虛擬場景，涵蓋道路、建築物、道路標線及場景材質，並透過樣條線與藍圖系統建構車輛與行人之移動路徑及多樣化交通情境。為提升車輛動態之真實性，整合 CarSim 車輛動力學模擬軟體與方向盤控制介面，使虛擬車輛依據操作輸入及路面條件產生更貼近實車之動態反應。此外，平台可同步產生 RGB 影像、語義分割影像、物件位置及標註資料，建立自駕資料之自動化生成流程，並導入前期發展之自駕決策與控制系統，進行多樣化交通情境下之測試與驗證，評估不同道路與交通情境下之決策與控制效能，作為後續演算法優化及實車驗證之依據。本年度為本計畫三年期研究之最後一年，完成統一式多任務 BEV 感知方法與數位孿生整合測試平台之建置，並整合前兩年度所建立之全域環境感知及風險導向決策與控制技術，形成涵蓋環境感知、決策控制、虛擬情境生成與虛實整合驗證之完整技術架構。透過數位孿生平台進行自駕決策與控制系統測試驗證，提升自駕系統於複雜交通環境下之環境理解、決策可靠度與實際應用能力，並為後續實車上路驗證與自駕技術實際落地奠定基礎。

控制學門整合型計畫成果發表摘要集

總計畫暨子計畫一：全開源新生兒至成人 MRI 腦區影像智慧分析平

台開發與 AI 預測模型建構

主持人：王振興

執行機構：國立成功大學電機工程學系(所)

執行期間：民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006-186

針對跨年齡腦影像工具分散、資料格式差異、操作門檻高及跨域整合需求，本子計畫以全開源為發展目標，建置涵蓋新生兒至成人之 BrainSynergy MRI 腦區影像智慧分析平臺，整合新生兒至成人之結構性與功能性磁共振造影資料，建立具資料安全、流程標準化、分析自動化及結果可追溯特性，作為臨床醫學、神經科學與教育研究之共同分析基礎。第一年度聚焦平臺建置、多模態流程整合及自動化定量流程驗證，建立後續人工智慧（AI）預測模型所需之標準化影像與量化資料基礎。

本年度採單一虛擬機與六容器架構，建立個案管理、影像查詢及分析結果檢視介面，已累積 113 筆個案紀錄。演算法透過應用程式介面（API）接收任務並回傳結構化結果，由後端統一維護資料關聯，支援模組獨立部署與維護。資料於來源端完成 DICOM 轉換及去識別化，身分對照表留存於本地端，並記錄操作歷程，建立資料保護邊界。在影像分析方面，已建立新生兒 Draw-EM 與青少年/成人 FreeSurfer、SynthSeg 腦區分割流程，整合灌注、擴散影像前處理與磁共振頻譜（MRS）分析；新生兒流程完成 20 例試跑，提供 87 區分割、體積統計與疊圖檢視。另建立腦小血管疾病之 WMH、腔隙、PVS 與 CMB 等影像特徵處理流程，逐步形成跨模態腦影像分析架構。

其中，MRS 自動化分析已完成由原始資料標準化、FSL-MRS 前處理、LCModel 頻譜擬合與代謝物定量，到 T1 影像組織分割、MRS voxel 內灰質、白質與腦脊髓液比例計算及部分體積校正之整合流程。117 筆有效光譜與既有分析流程之六項代謝物 Pearson 相關係數達 0.812~0.957，absolute-agreement ICC 為 0.812~0.949，平均百分比差異均低於 2%。另以 116 筆主要配對資料與既有 Gannet 流程比較，灰質、白質與腦脊髓液之組織比例整體平均絕對誤差為 0.000141，顯示自動化流程與既有結果具有良好一致性。

本年度成果整合資料治理、跨年齡分析模組、多模態特徵萃取及 MRI-MRS 量化驗證，建立可擴充之跨域研究平臺雛形。後續將持續完成平臺功能、權限與部署機制，擴充臨床與教育量表串接、跨院與多族群資料驗證，並整合腦區體積、皮質厚度、組織比例、腦血流、病灶、功能連

結及臨床/教育變項，進一步建構具可解釋性與外部驗證能力之 AI 預測模型，推動 BrainSynergy 由研究原型發展為支援臨床醫學、神經科學及教育研究之跨生命週期智慧腦影像分析平臺。

子計畫二：深度學習整合腦部影像、生物標記及臨床指標之多模態分析，建構新生兒缺氧缺血性腦病變神經發展預後預測系統

主持人： 賴佩君

執行機構： 國立成功大學醫學院附設醫院

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006-187

研究目的：

本研究旨在建立一套預後系統，以放射科醫師判讀之 Weeke 磁共振造影 (MRI) 損傷 評分作為獨立參考標準，評估動脈自旋標記 (arterial spin labeling, ASL) 所測得之腦血流量 (cerebral blood flow, CBF) 於新生兒缺氧缺血性腦病變 (hypoxic-ischemic encephalopathy, HIE) 之效度。

研究方法：

研究對象為 74 位具完整 Weeke 分項評分及貝萊嬰幼兒發展量表第三版 (BSID-III) 評估之 HIE 新生兒，其中 39 位具配對之 CBF 資料者納入分析。本研究採三層次驗證策略：第一，於 10 位單側損傷個案進行病人內之左右側別比較；第二，比較受損腦區與未受損腦區之組間差異；第三，以 Spearman 等級相關分析 探討損傷嚴重度與各腦區 CBF 之劑量反應關係。

研究結果：

配對 laterality 比較顯示，10 組配對中有 8 組於受損側呈現較低之 CBF。組間比較於腦幹 ($p=0.041$) 及大腦皮質 ($p=0.031$) 達統計顯著差異。劑量反應分析顯示，基底核 ($\rho=-0.416$, $p=0.008$)、腦幹 ($\rho=-0.329$, $p=0.041$) 及大腦皮質 ($\rho=-0.351$, $p=0.029$) 之 CBF 均與損傷嚴重度呈顯著負相關。另於 25 位第 2 至 3 期之病人中，腦幹 CBF 與 12 個月大時之動作發展結果呈顯著正相關 ($\rho=+0.433$, $p=0.031$)。

結論：

三層次驗證結果具內在一致性，支持本研究所建立之 CBF 影像處理流程具備良好效度；並顯示於接受治療性低溫之 HIE 新生兒，ASL 腦血流量指標具有預測神經發展預後之潛在應用價值。

子計畫三：腦部小血管疾病之精準醫療與照護模式

主持人： 孫苑庭

執行機構： 國立成功大學醫學系

執行期間： 民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006-188

成人疾病腦的量化分析需要一套能同時呈現結構性損傷與功能性變化的整合影像架構，因為不同病理面向未必隨疾病進展同步變化。本子計畫「BrainSynergy 智能跨域整合研究計畫—子計畫三：腦部小血管疾病之精準醫療與照護模式」以建立多模態深度表型分析平台為核心，整合臨床與認知評估、基因特徵、傳統結構性磁共振造影，以及反映腦部微血管功能的進階影像指標。研究以具有明確單基因病因的 CADASIL 作為疾病模型，以建立並評估此整合分析架構。

目前已完成個案收案與影像分析，包括 24 名 CADASIL 患者、20 名年齡配對之非腦部小血管疾病對照者，以及 22 名非 CADASIL 腦部小血管疾病（cerebral small vessel disease, CSVD）患者。傳統結構性 CSVD 病灶已在 BrainSynergy 智能平台完成量化。血腦屏障（blood-brain barrier, BBB）通透性之主要分析，係利用動態對比 增強磁共振造影（dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI）評估 BBB 通透性，結果顯示 CADASIL 患者之白質、灰質 Ktrans 均升高。BBB 通透性的上升比一般老化的增加更劇，但與其他傳統結構性 CSVD 病灶的負荷量並不同步。且部分尚未出現明顯結構性病灶的 NOTCH3 突變帶因者即已呈現通透性升高。

目前成果顯示，功能性微血管異常與結構性腦損傷可能代表疾病表型中彼此互補的不同面向。此整合式深度表型平台初步建立了成人疾病腦多維度量化分析的架構，後續將進一步整合不同影像、臨床及分子表型，以探討腦部小血管疾病之個體差異及疾病演變，作為未來精準風險分層與個人化照護模式發展之基礎。

子計畫四：睡眠腦生理病理模型與人因照明系統的臨床應用：

從亞健康到疾病

主持人： 呂宗樺

執行機構： 國立成功大學醫學院醫學系

執行期間： 民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006 -189

目的： 光照介入可能影響大腦麩胺酸／ γ -胺基丁酸（gamma-aminobutyric acid, GABA）的平衡及褪黑激素系統。睡眠衛生教育結合正念介入方案可能改變腦功能或改善睡眠品質；然而，其對大腦麩胺酸／GABA 平衡與褪黑激素的影響仍不明確。本前導性研究旨在比較人工高照度高色溫的照明介入、睡眠衛生教育與對照組三種條件下，大腦前扣帶皮質的麩胺酸／GABA(興奮性／抑制性比值， excitatory/inhibitory ratio, E/I ratio)、褪黑激素及睡眠品質的變化。

方法： 本研究納入三個班級共 45 名女性高中生，此三個班級分別安排接受人工高照度高色溫的照明介入、睡眠衛生教育或一般對照條件的介入。所有受試者均於介入前及為期兩個月的介入後，接受質子磁振光譜（proton magnetic resonance spectroscopy, ^1H -MRS）檢查，以評估 ACC 內麩胺酸與 GABA 濃度，並接受唾液褪黑激素檢測及匹茲堡睡眠品質量表（Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI）評估。

結果： 人工高照度高色溫照明介入組的麩胺酸濃度顯著下降，而睡眠衛生教育組與對照組則未呈現顯著變化。GABA 濃度僅於對照組顯著下降。E/I 比值的變化呈現顯著組間差異：人工照明介入組下降，而對照組則上升。人工照明介入組的夜間唾液褪黑激素濃度亦有所增加。三組的 PSQI 分數皆較基線下降，但組間差異未達統計顯著。

結論： 人工高照度高色溫的照明系統可能調節 E/I 比值與褪黑激素濃度的變化。未來仍需進一步研究，以確認這些生物學變化所代表的臨床效應。

子計畫五：基於腦影像分析與認知模型建構的注意力調控與創造思考 之大腦開發課程：從一般生到資優生的實證研究

主持人： 楊雅婷

執行機構： 國立成功大學教育研究所

執行期間： 民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-006-190-

BrainSynergy 智能跨域整合研究計畫子計畫五以注意力調控與創造思考課程發展為核心，結合教育、神經科學與人工智慧，規劃以腦影像分析及認知模型支持一般生至資優生的適性教學。第一年度聚焦注意力調控，整合 AIoT 人因照明之環境介入與正念訓練之教學介入，完成課程設計、校園實施及行為與問卷資料分析，探討外在學習環境與內在自我調節訓練的整合應用，作為後續創造思考課程與跨模態研究的基礎。

研究採前後測準實驗設計，以南臺灣一所女子高中高一四個完整班級，分別實施一般教室條件、單獨照明、單獨正念及照明結合正念四種介入條件，為期 10 週。照明介入於上午 8 時至 12 時進行，設定照度約 750~1000 lx、色溫 5000~6000 K；正念課程由呼吸覺察、身體掃描與多感官體驗，逐步延伸至情緒覺察、分心偵測、重新聚焦、正念溝通及日常應用，結合引導練習、討論反思與居家練習，建立循序漸進的注意力調控教學流程。

評量工具包含連續作業測驗第三版（CPT-3）、BYI-II 焦慮分量表、AI 焦慮量表及 AI 素養問卷，有效配對樣本依序為 104、105、107 及 102 人。以共變數分析控制前測後，各注意力及問卷指標之組間比較均未達統計顯著。探索性班內分析顯示，合併組誤擊反應（COM）與辨識度（DPR）T 分數分別下降 5.38 與 4.19 分；正念組誤擊反應與焦慮 T 分數分別下降 2.50 與 3.25 分，提供反應抑制及焦慮調節的初步觀察。單獨照明組未呈現一致改善，AI 焦慮部分面向在不同組別呈現下降，AI 素養則未呈一致提升。由於每種條件僅對應一個班級，且班內檢定未校正多重比較，上述變化仍屬探索性結果，尚不足以確認介入效果或合併綜效。

本年度已完成四條件課室介入與多面向前後測評量，累積環境調控結合正念教學的實施經驗，並辨識反應抑制與焦慮表現作為後續驗證的候選指標。下一階段將擴充每種條件的班級數，納入課程參與、正念練習、實際光照暴露及睡眠等歷程資料，採考量班級群集的研究設計與分析，並與子計畫一及四協作，逐步整合行為表現、MRI 與 MRS 資料，檢驗認知與神經生理指標的關聯。研究亦將延伸至創造思考課程及一般生與資優生的差異化應用，為認知模型建構與課程優化提供實證依據。

總計畫暨子計畫一：基於人工智慧的失智症人腦與阿茲海默腦之

腦波偵測模型研究

主持人： 李柏磊

執行機構： 國立中央大學電機工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 117 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：114-2221-E-008 -094 -MY3

本研究提出一套基於源層級（source-level）腦電功能連結與圖注意力網路（Graph Attention Network v2, GATv2）之認知功能預測模型，作為失智症早期篩檢與客觀認知評估之工具。研究共收集 112 位受試者之 19 通道靜息狀態腦電波資料，包含健康受試者、正常高齡者、輕度認知障礙(MCI)、中度及重度失智患者，並以蒙特婁認知評估(MoCA)分數作為標註。首先利用 MNE 進行腦波源定位，將腦電訊號重建至 18 個腦區（ROI），再分別以 Phase Lag Index（PLI）與 Weighted Phase Lag Index（wPLI）建立不同頻帶之功能連結矩陣，進一步建構腦功能網路作為 GATv2 模型輸入。本研究同時建立認知狀態二分類模型及 MoCA 分數回歸模型，並採用預訓練與微調策略提升模型泛化能力。結果顯示，wPLI 較 PLI 具有較佳之群體區辨能力，其中 Theta 頻段可觀察到最明顯之腦功能連結差異，且隨認知功能下降呈現腦網路重組現象。GATv2 模型於認知二分類任務達 83%準確率，MoCA 分數預測平均絕對誤差為 2.59（eMoCA），換算原始 MoCA 約 1.55 分，顯示本研究所提出之源層級腦功能連結結合圖神經網路方法具有良好的認知功能評估能力與臨床應用潛力。

子計畫二：人工智慧時域干涉穿顱交流電刺激系統研發及

鼠腦刺激效果評估

主持人： 徐國鎧

執行機構： 國立中央大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 01 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-008-095-MY3

深部腦刺激（Deep Brain Stimulation, DBS）可精準調控深部腦區，但須開顱植入電極，具有侵入性風險；非侵入式經顱電刺激（transcranial Electrical Stimulation, tES）則受限於穿透深度與空間選擇性。時間干涉經顱交流電刺激（Temporal Interference transcranial Alternating-Current Stimulation, TI-tACS）利用兩組高頻電流在深部組織形成低頻干涉包絡，使刺激得以非侵入方式聚焦於深部腦區，並可藉由電流參數電子調控刺激位置，因而兼具 DBS 的深部刺激能力與 tES 的非侵入性。然而，多數商用 tES 儀器不具原生 TI-tACS 輸出功能，通常須並聯兩台刺激器並加裝同步介面，設備體積龐大、成本高昂且依賴市電，難以支援可攜式與長期刺激實驗。針對上述限制，本計畫提出一套高整合度穿戴式 TI-tACS 刺激系統。系統結合二次型升壓轉換器與切換電容架構，以單顆鋰聚合物電池產生 $\pm 15\text{ V}$ 雙極性電源，並避免傳統升壓轉換器於極端責任週期下的效率衰減。所開發裝置體積僅 55 cm^3 、成本約 300 美元，並透過電氣負載測試、Sim4Life 電磁模擬及食鹽水假體量測進行驗證。結果顯示，系統具備符合刺激需求的輸出精度與波形品質，且食鹽水假體量測所得之干涉電場分布與模擬結果高度一致，證實本系統可穩定產生預期之 TI-tACS 波形與空間干涉分布。綜上所述，本計畫所提出之 TI-tACS 刺激器相較既有方案，體積與成本均降低逾 50 倍，有效降低 TI-tACS 研究的硬體門檻。未來將進一步進行動物實驗、長期刺激與安全性評估，並發展閉迴路個人化刺激，作為非侵入式深部神經調控研究之可負擔、可攜式實驗平台。

子計畫三：穿顱交流電流刺激對阿茲海默症大鼠模型及其行為效果評估

主持人： 曾嘉儀

執行機構： 中原大學生物醫學工程系

執行期間： 民國 114 年 8 月 1 日至 117 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-033 -039 -MY3

本研究結合行為學與腦電量測，比較不同阿茲海默症（Alzheimer's disease, AD）類疾病模型之認知變化、性別表現及腦波特徵，探索縱向追蹤認知障礙的模型與功能指標。採用 6 週齡 Sprague-Dawley 大鼠，建立 D-galactose (D-gal, 100 mg/kg/day)、AlCl₃ (15 mg/kg/day) 及兩者合併之 6 週誘導模型，各組雌雄各 3 隻；另納入 A β ₁₋₄₂ 雙側海馬迴注射及 A β ₁₋₄₂ + D-gal 模型與相應對照。於第 2、4 及 6 週，以新物體辨識測試及巴恩斯迷宮評估辨識記憶、逃脫潛伏期、移動距離與探查表現。結果顯示，D-gal 與 AlCl₃ 單獨誘導變化有限，主要於後期出現；D-gal + AlCl₃ 組呈現漸進性認知損傷，第 4、6 週辨識記憶顯著下降，後期伴隨逃脫潛伏期延長及探查異常。A β ₁₋₄₂ 組於中期出現辨識記憶、移動距離及探查異常，A β ₁₋₄₂ + D-gal 組則主要呈現空間學習與記憶變化。後期兩個 A β ₁₋₄₂ 相關組別的四項指標均有顯著異常。性別分析顯示，雌雄皆有認知下降，但雄鼠行為變化較一致，雌鼠個體差異較大。D-gal + AlCl₃ 雄鼠後期呈現較全面的辨識與空間記憶障礙；A β ₁₋₄₂ 相關組別雄鼠較早出現部分異常，仍需擴充樣本驗證性別差異。初步腦電分析顯示，D-gal + AlCl₃ 組中期部分通道 Theta/Alpha 比值呈上升趨勢；整合 8 通道功率並以個體誘導前數值標準化後，中期整體比值亦呈高於對照組的趨勢，提示 Theta 相對於 Alpha 活動增加及可能的腦波低頻化。結果仍屬探索性，與認知損傷的關聯及病程預測能力尚待確認。各模型的認知障礙時程與受損功能不同，D-gal + AlCl₃ 雄鼠可作為縱向研究的候選模型。結合學習記憶與腦電評估，可提供認知衰退資料，作為神經病理驗證、病程監測及神經調控研究基礎。

子計畫四：基於分散式、邊雲智慧協作之海上箱網養殖系統電力設備

狀態監測及預防性維護技術平台

主持人：林郁修

執行機構：國立台北科技大學自動化科技研究所

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-027-114-

State-of-health (SoH) estimation, remaining useful life estimation, governs safety, availability and life-cycle economics of battery systems consisting of batteries in Battery Energy Storage Systems (BESSs), remaining a parameter that must be estimated for batteries. Lead-acid batteries to be arranged in BESSs can be used for load dispatching in, for instance, intelligent net cage aquaculture systems. In the absence of practical on-line SoH estimation, operators often depend on, for example, coarse scheduling and/or conservative replacements, which can cause under-utilization of remaining batteries life. In this project, a methodology for on-line estimating the lifespan of lead-acid batteries based on an exponential internal-resistance degradation model is explored (to a battery, it is considered to have reached its end-of-life when its actual capacity has decreased by 20%, beyond which degradation increases exponentially, or when its effective internal resistance has doubled its nominal value). Experimental results obtained in this project validate the effectiveness of the methodology.

總計畫暨子計畫一：以模型化系統工程架構設計與

建置智慧型箱網養殖系統

主持人：黃有評

執行機構：國立臺北科技大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC114-2221-E-027-128-

海上箱網養殖與海膽養殖在現代水產業中扮演重要角色，但皆面臨管理與監測上的嚴峻挑戰。在破網偵測方面，本系統採用改良之 YOLOv11n-seg-CBAM-SPD 模型進行實例分割，並整合 ByteTrack 追蹤演算法與連續 10 幀穩定偵測機制來有效過濾水下懸浮雜訊。系統亦導入 DepthAnythingV2 進行單鏡頭深度估算，實現破網尺寸的物理量化，並融合 MPU6050 姿態感測數據生成 3D 維修導引地圖。實驗證明該模型於低對比度與高懸浮物之水下環境中 mAP50-95 達 0.620，且全系統推論幀率穩定於 10.27FPS。

在海膽量測方面，系統以 YOLO11s-seg 為基礎導入 Coordinate Attention(CA) 機制，使模型能精準分離海膽殼體與外圍棘刺，由分割遮罩搭配攝影機視場角(Field of View, FOV)換算實際殼徑。量測結果進一步串接成長模型以預測馬糞海膽及紫海膽之生長趨勢與生殖腺指數，並整合 PyQt6、SQLite 資料庫與大型語言模型，提供即時檢測、歷史查詢、成長曲線視覺化與智慧養殖問答。實驗顯示 YOLO11s-seg-CA 的 mAP50-95 達 0.854，殼徑量測平均相對誤差僅 0.54%，完整實踐從自動化感測到輔助決策之工程應用價值。

子計畫二：以 UIOT 探測淺海海洋資訊及建構時空

Transformer-based 深度學習預測模型

主持人：張玉山

執行機構：國立臺北大學資訊工程系

執行期間：民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-305 -010 -

本研究提出一種新穎的混合式雙重分解—集成預測框架，專門用於多水深（10 m 與 20 m）的海水溫度預測。此框架整合了具自適應雜訊之完全集合經驗模態分解（Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noise, CEEMDAN）、變分模態分解（Variational Mode Decomposition, VMD）、PatchTST，以及雙向長短期記憶網路（Bidirectional Long Short-Term Memory, BiLSTM）。所提出的方法首先利用 CEEMDAN 將目標溫度時間序列分解為多個本徵模態函數（Intrinsic Mode Functions, IMFs）。為處理高頻波動所帶來的複雜性，本研究進一步採用樣本熵（Sample Entropy, SE）辨識具有高熵值的分量，並利用第二階段的 VMD 分解對這些分量進一步細化。接著，採用異質模型策略：利用 BiLSTM 擷取高複雜度殘差中的細微非線性特徵；另一方面，則使用 PatchTST 從依頻率分組的分量中擷取長期相依關係。本研究採用位於印度洋 4°S、80.5°E 的 RAMA 繫泊觀測陣列（RAMA mooring array）所取得的高解析度逐時資料進行模型評估。資料涵蓋三年期間，自 2018 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日。針對未來 12 小時預測（12-hour forecast horizon）的實驗結果顯示，所提出的混合式方法顯著優於目前先進的基準模型。透過平均絕對誤差（MAE）、均方根誤差（RMSE）以及決定係數（ R^2 ）等量化指標進行分析，結果證實所提出的雙重分解策略（dual-decomposition strategy）能有效降低預測誤差，並提高訊號重建的準確性，從而為多水深海洋環境預測（multi-depth oceanographic forecasting）提供一個具穩健性的解決方案。

總計畫暨子計畫一：深度神經網路於醫學影像分割及

醫療診斷模型開發及應用(II)

主持人：林志民

執行機構：元智大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-155-041

總計畫:在人工智慧投入智慧醫療診斷發展的趨勢下，本整合計畫即結合元智大學電機系多位教師與亞東醫院醫師提出「智慧型醫療診斷與復健照護系統開發及整合系統應用」整合計畫。本計畫總體的目標在於開發出具備醫療診斷實用性的智慧型醫療診斷技術以及自動診斷系統以協助醫生臨床診斷之用。在規劃上從系統開發的角度切入以解決深度學習在醫療領域上遇到的瓶頸，而後建立深度學習架構下對於不同病變組織、影像及聲學模態的辨識，以及結合相對應之臨床疾病大數據的輔助，使診斷系統更為完善，最後整合不同的病灶診斷與影像及聲學模組資訊來提供更全面與精準地預測分析結果於臨床應用上。

子計畫一「深度神經網路於醫學影像分割及醫療診斷模型開發及應用」，致力於開發新型的疾病影像分割與診斷深度學習神經網路模型，以推進深度神經網路在醫療診斷領域的實際應用。我們的計畫最終開發一個有效的醫療診斷工具，旨在提高醫學診斷和治療規劃的精確性和效率，最終惠及患者和醫療服務提供者。

子計畫三：眼底光學同調斷層對於玻璃體黃斑部介面異常疾病之人工智慧判讀(II)

主持人： 林承鴻

執行機構： 國立臺灣師範大學 電機工程系

執行期間： 民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-003-037

運用人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 進行光學同調斷層掃描 (Optical Coherence Tomography, OCT) 影像之眼疾分類，已被證實具有優異的檢測效能。本計畫聚焦於正常黃斑部、常見黃斑部疾病，以及罕見玻璃體黃斑部介面異常疾病之自動分類技術開發。然而，罕見眼疾之臨床影像資料取得不易，資料量極為有限，且目前缺乏可供人工智慧模型訓練使用之公開資料集，因而容易造成模型過度擬合 (Overfitting)，進而限制分類模型之效能與泛化能力。針對上述問題，第一期計畫已導入資料擴增與生成對抗網路 (Generative Adversarial Networks, GAN) 技術，以少量但具多樣性的罕見眼疾 OCT 影像作為訓練資料，建立影像生成模型，進一步合成大量經醫師確認具有有效性之罕見眼疾 OCT 影像。透過增加訓練資料的數量與多樣性，可有效改善罕見疾病樣本不足及類別不平衡問題，並為後續多類別罕見眼疾自動分類模型之開發奠定基礎。在此基礎上，本計畫進一步整合基於 CycleGAN 的資料增強 (Augmentation) 與類別權重平衡 (Class-Weight Balancing) 機制，提出針對類別不平衡問題之七類 OCT 影像輕量化分類網路 LMCFS-OCT。所提出之模型僅需 7.69K 個參數，即可達到 90.34% 的分類準確率，兼具模型輕量化與多類別眼疾辨識能力。此外，本計畫進一步完成 LMCFS-OCT 之數位超大型積體電路 (Very-Large-Scale Integration, VLSI) 核心電路設計與實作，並採用 TSMC 40 nm CMOS 製程進行電路合成。實作結果顯示，核心電路操作頻率可達 142.86 MHz，處理效能達 1.12 volumes/s，功耗為 45.00 mW。上述成果顯示，本計畫所提出之 LMCFS-OCT 不僅能改善罕見眼疾資料不足與類別不平衡所造成的辨識問題，同時具備低複雜度、低功耗及硬體實現之可行性，可作為未來可攜式 OCT 智慧輔助診斷系統與邊緣 AI 醫療裝置之核心技術。

子計畫四：基於多通道聲學訊號之多模態病理嗓音偵測與應用(II)

主持人： 王緒翔

執行機構： 元智電機大學工程系

執行期間： 民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-155-042

病理性嗓音可能反映聲帶與喉部相關疾病，其早期偵測對於提升病篩檢效率與後續治療具有重要意義。然而，現有病理性嗓音偵測方法容易受到環境雜訊、錄音裝置差異的影響，導致模型效能與泛化能力下降。此外，深度學習模型所伴隨的高 運算複雜度，也限制其於邊緣裝置上的即時部署。本計畫以提升病理性嗓音偵測之強健性、泛化能力與實際部署效率為主要目標，針對實驗室環境與實際應用場域之間的差異，發展輕量化與泛化偵測技術。首先，透過語音增強技術，降低環境雜訊及網路傳輸造成的語音品質劣化，以保留與病理性嗓音相關的重要聲學資訊。其次，提出基於領域對抗式訓練的病理性嗓音分類框架 PVCDAT，透過共享特徵編碼器、病理分類器與麥克風分類器，使模型學習具有病理判別能力且對錄音裝置差異具不變性的聲學表徵；同時結合類別加權策略，以降低資料類別不平衡對模型訓練與分類結果的影響。最後，針對深度學習模型的實際部署需求，設計輕量化模型架構，以降低模型參數量與運算成本，提升其於即時與邊緣裝置上的應用可行性。實驗結果 顯示，所提出之 PVCDAT 能有效降低不同麥克風條件所造成的效能差異，提升病理性嗓音分類模型於未見錄音裝置上的泛化能。此外，所提出的輕量化模型在大幅降低模型參數量的同時仍維持良好的偽造語音偵測效能，並具備低推論延遲的特性。整體而言，本計畫建立從語音前端處理、跨裝置強健特徵學習至輕量化模型部署之完整技術架構，為病理性嗓音偵測由受控實驗環境邁向日常生活、行動裝置及遠距健康照護應用提供技術基礎。

子計畫六：基於純視覺之個人化反饋 VR 復健系統應用(II)

主持人：黃郁惠

執行機構：國立中央大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-008-106

此計畫專注於運用電腦視覺技術，透過一般消費型相機拍攝患者行走的畫面，以虛擬實境的形式提供復健相關的建議。這個計畫分為兩年執行，第一年度主要利用網路上的豐富行走影片資料來學習並建立一個精準的行走模型。本年度計畫為第二年度，以生成行走影片對應的高度精細 3D 模型，即時展示於 VR 眼鏡上，提供更全面以及個人化的復健建議，為復健與康復領域帶來更深入以及更全面的解決方案。

子計畫八：病患及老人陪伴監護 AI 機器人開發(II)

主持人：鄭穎仁

執行機構：元智大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 8 月 1 日至 113 年 10 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-155-043-

由於台灣預計在 2025 年進入超高齡社會，以及 AI 機器人市場及相關技術蓬勃的發展，本計畫目標為設計一台病患及老人陪伴輔助 AI 機器人，藉由利用 AI 機器人輔助病患及老人，以減低照護人員及兒女的負擔。此陪伴輔助 AI 機器人將具備推輪椅、桌面清潔、輔助用藥等功能。本計畫整合立體視覺感測器、雙機械手臂系統、自主移動機器人平台，建構此陪伴輔助 AI 機器人；利用雙機械手臂控制輪椅轉向，同時控制自主移動平台操縱機器人轉向，完成推輪椅系統開發；再來利用 3D 視覺感測器，檢測桌面並校準坐標，再利用模仿學習技術，模仿人類清潔動作，使機器人可以有效清潔桌面，完成桌面清潔系統開發；最後，再利用深度強化式學習技術，使機器人可以幫助老人、病患開藥盒，完成用藥輔助系統開發。

總計畫暨子計畫一：跨領域及零樣本學習架構下之

可解釋學習及應用研究(II)

Ching-Yen Lee¹, Ting-Wei Chang² and Shun-Feng Su²

¹China Steel Cooperation,

²Department of Electrical Engineering,

National Taiwan University of Science and Technology

In this study, deep learning is considered to classify the carbon content from gray-scale spark images generated from steel testing processes. In our system, first, through image pre-processing Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization or spark region recognition by using YOLOv8, small spark region is identified from the origion image to make spark recognition more focused. Then, ConvNeXt-Tiny is employed as the primary model, and the accuracy of carbon content classification is 93.099% for all steel dataset, while the accuracy of carbon content classification for carbon steels only is 94.675%. Since all images in a video may not always contain the required features, in our study, data filtering is also considered. Model confidence is introduced as a data filtering in the carbon content classification task to screen out suspected anomalous samples or featureless images in the training set. In our experiments, the most effective filtering strategy for carbon content classification of all steel dataset is to exclude the images with incorrect prediction and class confidence score greater than 0.9 from the training set when the training accuracy reaches 90%, and the accuracy increases to 93.681% after using the filtering strategy, which is 0.58% higher than that without filtering. In the carbon steel-only dataset, the most effective filtering strategy is to exclude images in the training set that are incorrectly predicted and have their category confidence levels greater than 0.7 when the training accuracy reaches 95%, and the accuracy increases to 95.561% using the filtering strategy, which is 0.89% higher than that without filtering.

子計畫二：智慧型系統之計算智慧符號分群方法的開發與在 AI 資料集 之改善的研究(II)

主持人： 鄭錦聰

執行機構： 國立虎尾科技大學資訊工程系

執行期間： 民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：114-2221-E-150-054-

智慧型系統的計算智慧符號分群技術，目的在建立能獨立思考、學習並進行決策的系統。開發過程需經由評估—改進的循環迭代，以確保系統面對變化多端的環境時，依然能精準解決問題。智慧型系統中的計算智慧符號分群方法，目的為將文本、影像、標籤及描述性資料等符號型數據進行群組歸類。開發關鍵在於將此類資料轉譯為可計算的特徵向量或資訊粒；本研究旨在將此符號聚類技術導入 AI 資料集，以實施數據品質優化與改善。本子計畫第二年完成探討粒計算泛化多樣性的粒度深度學習模型/模糊模型之研究、粗糙集整合歐氏距離下的符號區間改進模糊劃分 模糊 C-Means 分群演算法之開發與基於粗糙集強健性粒計算符號資料分析方法的開發。整合計算智慧的粒計算、粗糙集、符號模糊分群在人工智慧/智慧型系統技術開發。並探討整合計算智慧的粒計算、粗糙集、符號模糊分群在人工智慧/智慧型系統技術開發與在 AI 資料集之改善之應用與跟其它子計畫的整合應用開發。

子計畫三：智慧型計算於不同型態資料含離異點之研究 (II)

主持人： 莊鎮嘉

執行機構： 國立宜蘭大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-197-020

在過去數十年間，人工智慧和資料庫廣泛被研究學者加以探索與討論。在人工智慧領域引入資料庫技術與在資料庫領域引入人工智慧技術，這可謂是兩大研究領域互蒙其利。然而，資料庫裡資料型態非常多，如一般純數值、區間資料、類別資料或語音等。在發展人工智慧相關演算法，上述資料型態都需要前置處理工作。資料前置處理過程中的兩個重要問題需要探討與分析。對於數據資料問題，原始數據容易受到雜訊、損壞、遺失和不一致的影響。在數據資料的前置處理工作相當多，本年度整合計畫之子計畫主要專注於離異點對於高維度之資料回歸、區間資料與類別回歸的影響並提出改善的方法。本申請案原為三年期整合型計畫，已完成第一年計畫如強健式偏最小平方回歸來處理高維度數據含有離異點的問題。在二年後續研究子計劃，我們考慮在資料庫系統中，除了數值之外，還經常會有區間資料的出現。區間資料的表示方式有：一是以區間資料之最大值與最小值；另一是以區間資料之平均值與範圍值。文獻上，各種區間資料之回歸模型被提出。在建構其回歸模型時，大都假設誤差是以高斯機率函數。如果誤差不屬於高斯機率函數，則其回歸模型的性能會下降。因區間資料之範圍值都是正值且其機率密度函數屬於非高斯機率函數導致以範圍值建構其回歸模型會受其影響。另外，如果區間資料含有離異點時，傳統區間資料之回歸模型極容易受離異點影響導致回歸模型性能降低。因此，我們將探討 Yeo-Johnson、Box-Cox 與 Box-Tidwell 轉換將誤差屬於非高斯機率函數轉換成誤差屬於高斯機率函數。如此，傳統的統計方法就可以直接檢測區間資料的離異點。

總計畫暨子計畫一：智慧居家機器人的機器人導航與運動規劃(1/2)

主持人：翁慶昌

執行機構： 私立淡江大學電機工程系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-032-031

總計畫：本整合型計畫以居家環境與日常任務為題，研發機器人相關技術。計畫核心在於將語言模型與機器人技術進行整合，提升機器人對環境與自然語言的認知能力。透過對自然語言的語意任務理解進行動作任務規劃，結合精準的環境感測與物件辨識，旨在打造出能實際融入並服務人類生活的「智慧居家機器人」。目前計畫執行第一年已達成之階段性成果包含：成功建置具備空間認知能力的語意地圖、穩定的自主導航與實體物件抓取，並完成基於語言模型的語意任務理解與動作任務規劃系統。第一年共有三個子計畫：(1)子計畫 1：機器人導航與運動規劃、(2) 子計畫 2：自然語言處理與任務規劃、以及(3) 子計畫 3：多模態物件分割與姿態估測。子計畫 1 實現居家機器人硬體設計與控制系統整合、語意擴增地圖建置、以及基於視覺語言動作模型的機械手臂運動控制，以完成適配於居家環境之智慧居家機器人；子計畫 2 實現基於語言模型的任務規劃、語意地圖資料庫的建置與檢索，使機器人能夠依照自然語言命令自主規劃並執行任務；子計畫 3 實現基於多模態之居家物件偵測模型、影像分割、跨視角物件關聯，這些機器人視覺技術將用於語意地圖的建置、物件偵測、抓取等。

子計畫 1：整合自製的移動平台與雙機械臂實現適配於居家環境之智慧居家機器人。第一年主要有三個研究子題：(1) 智慧居家機器人硬體設計與實現、(2) 語意擴增地圖建置與路徑規劃、以及(3) 基於視覺語言動作模型的機械手臂路徑規劃。子題 1 建立移動平台並整合雙機械臂與各項感測器，作為計畫之驗證平台；子題 2 透過子計畫 3 之各項視覺模組建立語意擴增地圖，後續將作為環境資訊使用；子題 3 透過視覺語言動作模型進行機械手臂的路徑規劃，使機械臂能透過語言與視覺輸入生成機械手臂之移動命令。

子計畫二：智慧居家機器人的自然語言處理與任務規劃

主持人： 馮玄明

執行機構： 國立金門大學資訊工程系

執行期間： 民國 114 年 8 月 1 日至 116 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-507-004 -MY2

隨著高齡化社會與勞動力短缺，居家服務機器人需求日增，但導入瓶頸常在人機互動介面是否自然易用。本研究建構一套整合 LLM 語意解析、Theta 全域路徑規劃與 動態視窗法（DWA）局部避障之語意驅動多任務服務機器人導航系統，以「高層語意 規劃、底層即時控制」概念劃分為九個低耦合模組：本機部署（Ollama）之 LLM 將 自然語言指令拆解為結構化子任務並依序執行；Theta 負責全域規劃，DWA 負責局部避障取樣評分，並以比例控制器將速度指令平滑轉換為連續運動。為評估效能，針對 llama3、qwen3:8b、gemma3:4b、phi4-mini 四款模型，設計四組 複雜度遞增情境，各執行 4 情境×10 輪測試，合計 301 筆子任務。結果顯示四款模型成功率與 LLM 解析成功率均達 100%，系統穩定；效率面 phi4-mini 與 gemma3:4b 延遲(3.30、3.76 秒)遠低於 llama3(8.17 秒)與 qwen3:8b(30.25 秒)，但 qwen3:8b 耗時與路徑長度反為最佳，顯示解析延遲與導航效率屬不同指標，未來可依需求選取模型。

子計畫三：智慧居家機器人的多模態物件分割與姿態估測

主持人：蔡奇謚

執行機構：國立高雄科技大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 8 月 1 日至 116 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-992-117-MY2

本計畫探討了在真實世界資料有限的情況下，參數高效的視覺自適應能否提升視覺-語言-動作（VLA）模型的表現。我們採用僅視覺自適應的 LoRA 演算法對 SmolVLA 的凍結 SigLIP 編碼器進行自適應微調訓練，並在真實機械手臂上評估了不同 LoRA 等級。實驗結果表明，在包含 100 個演示資料的真實機械手臂上，僅專家基準模型在 50 次滾動測試中取得了 76% 的成功率。在凍結的 SigLIP 編碼器上，僅使用視覺訊息的 LoRA 演算法在等級 2、4 和 6 時分別達到了 90%、88% 和 86% 的準確率，均高於基線水平，且在等級最低時表現最佳。這些初步結果表明，輕量級的視覺自適應演算法在資料有限的情況下能夠有所幫助，但其效果很大程度上取決於 LoRA 等級的選擇。未來的工作將持續增加樣本數量，以檢驗更大的等級是否有助於處理更多資料。

總計畫暨子計畫一：整合智慧型輔聽器與降噪功能的耳機設計

主持人：張政元

執行機構：中原大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-033-037-MY2

This paper focuses on algorithm development for hearing assistive devices based on headphone prototypes. In this paper, Voice Activity Detection (VAD) algorithms are analyzed using a custom-constructed dataset based on the TIMIT corpus, combined with DEMAND environmental noise and colored noise. After optimizing the parameters of the VAD algorithms, speech enhancement methods are further investigated using the VoiceBank + DEMAND dataset. The finalized algorithms are then implemented on the DSP platform, and their performance is evaluated through experiments using the KEMAR dummy head model.

子計畫二：基於 AI 邊緣運算技術的聲音場景分類與毫米波雷達分析應 用於輔聽器之研究

主持人： 廖裕評

執行機構： 國立臺灣科技大學自動化及控制研究所

執行期間： 民國 113 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-011-166-MY2

環境感知對於提升穿戴式智慧系統的安全性和易用性非常重要。本計畫成果實現了一種整合毫米波(mmWave)手勢辨識、環境聲音辨識及後方危險偵測功能的邊緣智慧型穿戴感知系統。該系統在 HT32F49395 微控制器上部署輕量級一維卷積神經網路(1D-CNN)以實現手勢識別，同時在 STM32 SensorTile 平台上運行二維卷積神經網路(2D-CNN)，利用對數梅爾頻譜圖特徵進行環境聲音識別。為提高辨識穩定性，系統分別針對手勢和聲音辨識採用了方向得分累積策略和基於先進先出佇列的時序投票策略。後方危險偵測模組利用毫米波雷達估算目標距離與方位角。所有識別結果透過基於 MQTT 的通訊框架進行整合，並傳輸至行動應用 App，以實現即時互動與預警顯示。實驗結果顯示，量化後的手勢辨識模型準確率達到 90.49%，推理延遲僅為 4 毫秒；而所提出的時序投票策略將環境聲音辨識準確率從 73.23% 提升至 87.69%。該系統驗證了融合多模態感知、邊緣智慧與物聯網通訊技術在穿戴式智慧輔助及智慧安全應用中的有效性。

子計畫三：運用 AI 結合文字視覺與語音產生器之

聽覺障礙溝通輔具設計

主持人：馬立山、涂世雄

執行機構：中原大學電機工程系

執行期間：民國 114 年 8 月 1 日至 115 年 7 月 1 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-033-039-MY2

研究開發一套針對聽力障礙者的溝通輔助系統，結合自動語音識別（ASR）與線上說話者分割技術，為中文多人對話生成具講者標籤的繁體中文字幕。該系統可完全離線運行於智慧型手機。本研究比較六種基於 SenseVoice-Small、Whisper Tiny、Whisper Large-v3 Turbo 與 Breeze-ASR-25 的 CPU-NPU 部署方案，並以字元錯誤率（CER）、分割錯誤率（DER）、即時性（RTF）、能耗及裝置溫度進行評估。實驗結果顯示，SenseVoice-NPU 具有最佳的即時處理能力，並展現良好的能源效率與散熱表現；Turbo-Hybrid 則在識別準確率與即時性之間取得較佳平衡。雖然 Breeze 系列方案達到最低 CER，但無法維持即時處理。此外，本研究分析短音訊片段所造成的說話者過度分割問題，並採用最小視窗策略，使預測講者數更接近實際值。研究結果顯示，在智慧型手機上部署聽力障礙者溝通輔助系統時，須綜合考量識別準確率、即時處理能力、能源效率、裝置溫度及說話者分割效能。

子計畫四：具心律監測功能的聽力輔助耳機(2/2)

主持人： 蔡正倫

執行機構： 私立中原大學生物醫學工程學系

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 114-2221-E-033-002

隨著智慧型手機即時數位訊號處理技術發展，利用手機進行聽力輔助已成為可行的應用方式。本研究延續先前開發之 Hark，一套以智慧型手機為核心的即時聽力輔助系統，進一步評估其聽力補償功能是否能帶來可量測的語音表現與聆聽效益。相較於前期研究著重於系統即時處理的可行性，本研究以語音表現為主要評估目標，探討聽力補償在不同聆聽情境下的效果。

本研究以 15 名自陳為正常聽力之成人進行測試，透過模擬高頻聽力損失評估 Hark 的補償效果。系統採用多階段數位訊號處理流程，包含雜訊抑制、多頻段增益、寬動態範圍壓縮 (WDRC)、非線性頻率壓縮 (NLFC) 及輸出限制，並將音訊分為八個頻帶進行即時處理。

在安靜環境下，以 50% 語音強度 (SL50) 評估語音可聽度，結果顯示開啟 Hark 補償後，達到 50% 字詞辨識率所需的呈現強度由 19.8 ± 3.3 dB SL 降至 9.6 ± 3.7 dB SL，平均改善 10.2 dB，且具有顯著差異 ($p=0.001$)，顯示聽力補償能有效提升語音可聽度。另一方面，在語音形狀噪音環境下，以 50% 語音接收閾值 (SRT50) 進行評估，結果由 -10.2 ± 2.9 dB SNR 變化至 -10.2 ± 3.3 dB SNR，無顯著差異 ($p=0.973$)，顯示目前補償流程雖能恢復部份的高頻語音資訊，但在嚴重噪音遮蔽下，並未提升語音辨識能力。

主觀聆聽評估則顯示，受試者對語音相關情境具有較正向的感受，其中安靜環境下的語音聆聽改善最為明顯 (+1.2)，語音混合人聲噪音亦呈現正向評價 (+0.7)；整體滿意度為 3.9/5，使用意願為 3.5/5。進一步比較 NLFC 的獨立效果，在固定 20 dB SL 下，未補償、僅使用 NLFC 及完整補償流程的字詞辨識率分別為 $46.7 \pm 21.0\%$ 、 $47.9 \pm 15.6\%$ 及 $82.9 \pm 17.8\%$ 。結果顯示單獨使用 NLFC 未帶來顯著改善，而加入 WDRC 與多頻段增益後的完整補償流程則有顯著提升 ($p < 0.001$)。

Hark 的聽力補償功能能有效提升模擬高頻聽力損失下的語音可聽度，並改善部分語音相關的主觀聆聽感受，但在固定訊號訊雜比的噪音環境中，尚無法有效改善語音辨識閾值。實驗結果亦顯示，主要效益來自增益與動態範圍壓縮處理，非單獨的非線性頻率壓縮。未來可進一步提升噪音環境下的語音辨識能力。

子計畫三：結合語意與影像之深度學習在

自動規劃攝護腺癌放射治療靶區的應用

主持人： 楊凱琳

執行機構： 新光吳火獅紀念醫院 腫瘤治療科

執行期間： 民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-341-003-MY3

本研究提出一種基於深度學習的多模態自動圈註方法，用於攝護腺癌放射治療 規劃中臨床標靶治療區（CTVs）的自動分割。我們以 CT 作為放射治療規劃之基準空間，整合 T2 與 DYN 影像，透過跨模態特徵互補以降低 CT 軟組織對比不足所造成的邊界不確定性。為建立可直接用於多通道輸入之對齊資料，本研究採用 ANTs 進行兩階段 affine 配準流程。模型則採用 3D U-Net、Res-U-Net 與 nnU-Net 進行 CTVs 分割，並以四種輸入配置評估多模態影像對分割表現的影響。結果顯示，加入 MRI 資訊相較於僅使用 CT 可提升 CTVs 分割表現並改善圈註一致性。整體而言，本研究所提出之多模態自動圈註流程具臨床可行性，可作為治療規劃之輔助工具，以降低人工勾畫的主觀差異並提升治療計畫的一致性。

總計畫暨子計畫二：輔助臨床子宮頸癌與攝護腺癌放射治療圈註結合

語意監督與電腦斷層影像之多模態聯邦學習模型

主持人：吳育德

執行機構：國立陽明交通大學 生醫光電所

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-A49-131-MY3

準確勾勒臨床靶體積(clinical target volume, CTV)是子宮頸癌放射治療規劃中的關鍵步驟。然而，人工勾勒不僅耗時，也容易受到不同醫師之間觀察者差異 (inter-observer variability) 的影響。儘管集中式深度學習可利用多中心資料集來提升模型的泛化能力，但此方法需要將所有參與機構的病患影像與標註資料集中彙整，在實際臨床應用中，這類資料集中常受到資料治理規範與跨機構隱私規定的限制。

本研究建立一套以 3D U-Net 為基礎的雙中心聯邦學習架構，使參與醫院無須集中原始 DICOM 影像或 CTV 標註，即可協同訓練自動分割模型。實驗結果顯示，所提出的聯邦學習架構可達到平均 Dice 相似係數 (Dice Similarity Coefficient, DSC) 0.807，接近集中式學習所得到的平均 DSC 0.818，並且優於各醫院獨立訓練的模型。

研究結果顯示，聯邦學習能在不集中敏感臨床資料的情況下，有效整合多機構資訊，進而提升單一機構模型的跨院泛化能力，並取得接近集中式學習、具競爭力的 CTV 分割效能。

子計畫一：應用深度學習於自動勾畫子宮頸癌骨盆腔淋巴區域

輔助放射治療計畫

主持人：游惟強

執行機構：臺中榮總放射腫瘤部

執行期間：民國 114 年 08 月 01 日至 115 年 07 月 31 日

國科會計畫編號：NSTC 113-2221-E-005-087-MY3

在子宮頸癌放射治療中，未手術（保有完整子宮頸）與術後患者的臨床靶區（CTV）勾勒存在顯著差異。由於術後子宮頸床（cervical bed）的靶區定義主要依據手術解剖結構與預期的微觀轉移範圍，而非直觀可見的病灶，因此在定位電腦斷層（CT）影像上特別難以推斷。

本研究評估了利用 MedGemma 所衍生的靶區語意資訊，引導單一共享的三維分割網路同時處理這兩種不同 CTV 定義的可行性。在患者層級的劃分下，定位 CT 數據分為 110 例訓練集（91 例完整子宮頸與 19 例子宮頸床）及 31 例獨立測試集（23 例完整子宮頸與 8 例子宮頸床）。本研究提出的 LLMseg 架構結合了 3D Res-U-Net 以及自「Cervical」（子宮頸）與「Cervical bed」（子宮頸床）目標語境中生成的固定 MedGemma 4B 嵌入向量（embeddings）。選定的語意特徵在解碼前經過映射並與 3D 影像特徵進行融合，使靶區類型語境能夠引導並影響預測的分割結果；同時，以兩個獨立訓練、針對特定靶區的 3D Res-U-Net 作為純視覺（vision-only）基準模型。

結果顯示：完整子宮頸 CTV：LLMseg 與基準模型的 Dice 相似係數（DSC）分別達到 0.84 ± 0.06 與 0.85 ± 0.06 。術後子宮頸床 CTV：LLMseg 將 DSC 從 0.69 ± 0.10 提升至 0.74 ± 0.06 ，並將第 95 百分位豪斯多夫距離（HD95）從 5.26 ± 4.29 mm 顯著降至 4.30 ± 1.57 mm。

上述初步結果表明，語意條件引導對於樣本數較少且解剖邊界不明顯的術後靶區最為有效，而對於視覺特徵較一致的完整子宮頸族群，其所帶來的助益則相對有限。

ORGANIZER



CO-ORGANIZER

