CSMMT and iCMMT 2026

第29屆 29th Annual Meeting of the Chinese Society of Mechanism and Machine Theory
全國機構與機器設計學術研討會

第5屆 5th International Conference on Advanced Mechanism and Machine Technology
先進機構及機器技術國際會議

11/6/2026 (Fri) - 11/7/2026 (Sat)
International Building 3F,
National Taiwan University of Science and Technology



Organizer: 中華民國機構與機器原理學會 Chinese Society of Mechanism and Machine Theory

Executive Organizer: 國立臺灣科技大學 National Taiwan University of Science and Technology

Executive Co-organizer: NSTC 國家科學及技術委員會 National Science and Technology Council; 自行車暨健康科技工業研究發展中心 Cycling & Health Tech Industry R&D Center; 中華古機械文教基金會; cadence

Table of Contents 目錄

Table of Contents 目錄 1
Welcome Address from Conference Chair 籌備委員會主席委員致詞 3
Committee 委員會 6
Call for Papers 9
徵稿文件 10
Conference Venue 會議地點 11
Program at a Glance 議程一覽 13
Program Schedule 研討會議程表 14
Keynote 1, 大會演講 1 33
Keynote 2, 大會演講 2 37
Keynote 3, 大會演講 3 39
Keynote 4, 大會演講 4 41
A01-1: ADAMS Competition, ADAMS 論文競賽 43
A01-2: ADAMS Competition, ADAMS 論文競賽 47
BP-1: Best Paper Contest, 最佳論文競賽 51
BP-2: Best Paper Contest, 最佳論文競賽 55
I01: Conceptual Design of Mechanisms and Machines, 機構與機器概念設計 61
I02: Automation Control of Mechanisms and Machines, 機構與機器自動化控制 .. 70
I03: Intelligent Machinery and Smart Manufacturing, 智慧機械及智慧製造 77
I04: Robots and Bionic Machinery, 機器人與仿生機器 86
I05: Other Emerging Technology, 其他新興科技 92
S01-1: Cam and Gear Transmission Mechanisms, 凸輪及齒輪傳動機構 99
S01-2: Cam and Gear Transmission Mechanisms, 凸輪及齒輪傳動機構 105
S01-3: Cam and Gear Transmission Mechanisms, 凸輪及齒輪傳動機構 111
S01-4: Cam and Gear Transmission Mechanisms, 凸輪及齒輪傳動機構 117
S02-1: Conceptual Design of Mechanisms and Machines, 機構與機器概念設計 . 122
S02-2: Conceptual Design of Mechanisms and Machines, 機構與機器概念設計 . 127

S03-1: Automation Control of Mechanisms and Machines, 機構與機器自動化控制 133
S03-2: Automation Control of Mechanisms and Machines, 機構與機器自動化控制 139
S04: Intelligent Machinery and Smart Manufacturing, 智慧機械及智慧製造 145
S05: Computer-Aided Design and Drawing, 電腦輔助設計與製圖 151
S06-1: Robots and Bionic Machinery, 機器人與仿生機器 157
S06-2: Robots and Bionic Machinery, 機器人與仿生機器 163
S07: Linkage Mechanisms and Biomechanics, 連桿機構及生物機構學 169
S08: Medical Devices and Assistive Technologies, 醫療設備及輔具 173
S09: Creative Mechanism Design, 創意機構設計 179
S10: Vibration and Dynamics of Machinery, 機器振動及動力學 185
S11: Precision Measurement, 精密量測 190
Society Awards 學會獎項 195
Author/Chair Index 作者/主席索引 200

29th Annual Meeting of the Chinese Society of Mechanism and Machine Theory (CSMMT 2026)
5th International Conference on Advanced Mechanism and Machine Technology (iCMMT 2026)
第 29 屆全國機構與機器設計學術研討會
第 5 屆先進機構及機器技術國際會議

Welcome Address from Conference Chair
籌備委員會主席委員致詞

Distinguished guests, esteemed colleagues, and friends in the field of mechanism and machine theory:

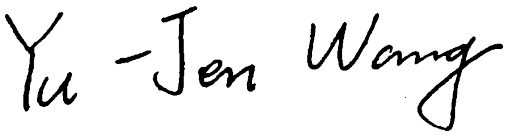
On behalf of the Chinese Society of Mechanism and Machine Theory (CSMMT), it is my great pleasure to welcome you to the 29th Annual Meeting of CSMMT (CSMMT 2026) and the 5th International Conference on Advanced Mechanism and Machine Technology (iCMMT 2026), held at National Taiwan University of Science and Technology (NTUST) on November 6–7, 2026. As Taiwan's first university of technology, NTUST is known for its practical orientation and close ties with industry, in keeping with the conference's mission of linking academia and industry.

The conference features more than 140 papers presented in 26 sessions, including the Best Paper Contest and the ADAMS Competition. The topics cover cam and gear transmission, conceptual design of mechanisms and machines, automation control, intelligent machinery and smart manufacturing, robots and bionic machinery, medical devices and assistive technologies, and precision measurement. We are also honored to have four distinguished keynote speakers, Distinguished Prof. Zhang-Hua Fong, Dr. Guillaume Caron, Prof. Yusuke Sugahara, and Dr. Jingyi Yang, to promote international exchange and collaboration.

I would like to express my sincere gratitude to NTUST for hosting this conference; to the National Science and Technology Council, the Cycling & Health Tech Industry R&D Center, the Ancient Chinese Machinery Cultural Foundation, and Cadence for their co-organization; and to the

organizing and review committees and all colleagues for their support. I wish the conference great success and all participants good health and happiness.

Sincerely,



Yu-Jen Wang
General Chair, CSMMT / iCMMT 2026
President, Chinese Society of Mechanism and Machine Theory (CSMMT)
Nov. 6, 2026

各位貴賓、先進與機構及機器原理領域的與會者們：

第 29 屆全國機構與機器設計學術研討會暨第 5 屆先進機構及機器技術國際會議(CSMMT 2026／iCMMT 2026)於 2026 年 11 月 6 日至 7 日假國立臺灣科技大學舉行，本人謹代表中華民國機構與機器原理學會，竭誠歡迎各位貴賓與學者先進蒞臨與會。臺科大為我國第一所技職體系高等學府，以務實致用及產學合作見長，與本會議促進學術與產業交流之宗旨相互呼應。

本次會議共有逾 140 篇論文發表，安排 26 個場次（含最佳論文競賽與 ADAMS 論文競賽），主題涵蓋凸輪及齒輪傳動、機構與機器概念設計、自動化控制、智慧機械及智慧製造、機器人與仿生機器、醫療設備及輔具與精密量測等領域。大會亦邀請馮展華講座教授、Dr. Guillaume Caron、Prof. Yusuke Sugahara 及 Dr. Jingyi Yang 四位國內外知名學者發表專題演講，分享齒輪磨削、機器人視覺、營建自動化及摺紙機構等前瞻研究，促進國內外學術交流與合作。

感謝國立臺灣科技大學承辦，國家科學及技術委員會、自行車暨健康科技工業研究發展中心、中華古機械文教基金會及 Cadence 協辦，以及籌備委員會、論文委員會與各界先進的鼎力協助。敬祝大會圓滿成功，各位貴賓身體健康，萬事如意。

籌備委員會主任委員
中華民國機器與機構原理學會理事長



王郁仁 謹致
2026 年 11 月 6 日

Committee 委員會

General Chair: Jia-Yush YEN, President of National Taiwan University of Science and Technology Yu-Jen WANG, President of Chinese Society of Mechanism and Machine Theory (CSMMT)	**主任委員：** 國立臺灣科技大學 顏家鈺 校長 中華民國機器與機構原理學會 王郁仁 理事長
General Co-Chair: Ming-Jyh CHERN, Dean of College of Engineering at National Taiwan University of Science and Technology Chin Yang LEE, General Director of Cycling & Health Tech Industry R&D Center	**副主任委員：** 國立臺灣科技大學工學院 陳明志 院長 自行車暨健康科技工業研究發展中心 李金揚 總經理
Committee:	**委員：**
Cheng-Chi YU (NTUT)	尤正吉 (國立臺北科技大學)
Hsin-Te WANG (NKUST)	王心德 (國立高雄科技大學)
Yu-Jen WANG (NSYSU)	王郁仁 (國立中山大學)
Yi-Pei SHIH (NTUST)	石伊蓓 (國立臺灣科技大學)
Chin-Lung CHIANG (FETON)	江金隆 (飛統自動化實業有限公司)
Yu-Ren WU (NCU)	吳育仁 (國立中央大學)
Yi-Chang WU (NYUST)	吳益彰 (國立雲林科技大學)
Chen-Kuo SUNG (NTHU)	宋震國 (國立清華大學)
Jyh-Jone LEE (NTU)	李志中 (國立臺灣大學)
Cheng-Kang LEE (CSU)	李政鋼 (正修科技大學)
Yi-Hui LEE (NUU)	李羿慧 (國立聯合大學)
Yen-Hua LIN (NTUST)	林彥樺 (國立臺灣科技大學)
Po Ting LIN (NTUST)	林柏廷 (國立臺灣科技大學)
Ching-Kuo LIN (HFU)	林靖國 (華梵大學)
Tsung-Yi LIN (TAM)	林聰益 (北京清華大學博物館)
Yu-Jen CHIU (MCUT)	邱昱仁 (明志科技大學)
Chih-Ching HUNG (NPUST)	洪芝青 (國立屏東科技大學)
Meng-Hui HSU (KSU)	徐孟輝 (崑山科技大學)
Kuan-Lun HSU (NTU)	徐冠倫 (國立臺灣大學)
Yaw-Hong KANG (NKUST)	康耀鴻 (國立高雄科技大學)
Wen-Tung CHANG (NTOU)	張文桐 (國立臺灣海洋大學)

Biing-Chwen CHANG (NTU)	張秉純 (國立臺灣大學)
Shinn-Liang CHANG (NFU)	張信良 (國立虎尾科技大學)
Ching-Yuan CHANG (NTUT)	張敬源 (國立臺北科技大學)
Jen-Yuan CHANG (NTHU)	張禎元 (國立清華大學)
Jyun-Rong ZHUANG (NCHU)	莊俊融 (國立中興大學)
Cheng-Ho HSU (NSYSU)	許正和 (國立中山大學)
Chi-Hsiang LIEN (NUU)	連啓翔 (國立聯合大學)
Chin-Hsing KUO (UOW)	郭進星 (澳洲臥龍崗大學)
Yu-Hsun CHEN (NTUST)	陳羽薰 (國立臺灣科技大學)
Yi-Cheng CHEN (NCU)	陳怡呈 (國立中央大學)
Guan-Chen CHEN (NCHU)	陳冠辰 (國立中興大學)
Jau-Liang CHEN (NCHU)	陳昭亮 (國立中興大學)
Dar-Zen CHEN (NTU)	陳達仁 (國立臺灣大學)
Fu-Chen CHEN (KSU)	陳福成 (崑山科技大學)
Zhang-Hua FONG (CCU)	馮展華 (國立中正大學)
Shyh-Chour HUANG (NKUST)	黃世疇 (國立高雄科技大學)
Hsing-Hui HUANG (NPUST)	黃馨慧 (國立屏東科技大學)
Tzu-Chi CHAN (NFU)	詹子奇 (國立虎尾科技大學)
Kuei-Yuan CHAN (NTU)	詹魁元 (國立臺灣大學)
Chih-Hsing LIU (NCKU)	劉至行 (國立成功大學)
Chun-Wei LIU (NTHU)	劉俊葳 (國立清華大學)
Chien-Sheng LIU (NCKU)	劉建聖 (國立成功大學)
Gih-Keong LAU (NYCU)	劉義強 (國立陽明交通大學)
Feng-Ming OU (NCKU)	歐峯銘 (國立成功大學)
Jhy-Cherng TSAI (NCHU)	蔡志成 (國立中興大學)
Chung-Yu TSAI (NCKU)	蔡忠佑 (國立成功大學)
Der-Min TSAY (NSYSU)	蔡得民 (國立中山大學)
Ying-Chien TSAI (NSYSU)	蔡穎堅 (國立中山大學)
Shyi-Jeng TSAI (NCU)	蔡錫錚 (國立中央大學)
Hong-Yih CHENG (DYU)	鄭鴻儀 (大葉大學)
Deng-Maw LU (STUST)	盧燈茂 (南臺科技大學)
Wen-Bin SHIEH (MCUT)	謝文賓 (明志科技大學)
Long-Chang HSIEH (NFU)	謝龍昌 (國立虎尾科技大學)
Chia-Chun CHU (STUST)	瞿嘉駿 (南臺科技大學)

Chao-Chieh LAN (NTU)	藍兆杰 (國立臺灣大學)
Hong-Sen YAN (NCKU)	顏鴻森 (國立成功大學)
Wen-Yeuan CHUNG (PCCU)	鐘文遠 (中國文化大學)
Conference Chair:	**總幹事：**
Po Ting LIN (NTUST)	林柏廷 (國立臺灣科技大學)
Yi-Pei SHIH (NTUST)	石伊蓓 (國立臺灣科技大學)
Conference Co-Chair:	**副總幹事：**
Yu-Hsun CHEN (NTUST)	陳羽薰 (國立臺灣科技大學)
Yen-Hua LIN (NTUST)	林彥樺 (國立臺灣科技大學)
Kuan-Lun HSU (NTU)	徐冠倫 (國立臺灣大學)
Review Committee Chair:	**論文委員會主任委員：**
Yi-Chang WU (NYUST)	吳益彰 (國立雲林科技大學)
Review Committee Co-Chair:	**論文委員會副主任委員：**
Kuan-Lun HSU (NTU)	徐冠倫 (國立臺灣大學)
Review Committee:	**論文委員會委員：**
Gih-Keong LAU (NYCU)	劉義強 (國立陽明交通大學)
Chung-Yu TSAI (NCKU)	蔡忠佑 (國立成功大學)
Yi-Cheng CHEN (NCU)	陳怡呈 (國立中央大學)
Chih-Hsing LIU (NCKU)	劉至行 (國立成功大學)
Hsing-Hui HUANG (NPUST)	黃馨慧 (國立屏東科技大學)
Guan-Chen CHEN (NCHU)	陳冠辰 (國立中興大學)
Yi-Pei SHIH (NTUST)	石伊蓓 (國立臺灣科技大學)

Call for Papers

CSMMT 2026 / iCMMT 2026

29th Annual Meeting of the Chinese Society of Mechanism and Machine Theory - CSMMT 2026

5th International Conference on Advanced Mechanism and Machine Technology - iCMMT 2026



Nov. 6-7, 2026
International Building,
National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan

Chinese Society of Mechanism and Machine Theory (CSMMT) in Taiwan is a member organization of International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science (IFtoMM). The 29th Annual Meeting of the Chinese Society of Mechanism and Machine Theory (CSMMT 2026) and The 5th International Conference on Advanced Mechanism and Machine Technology (iCMMT 2026) will be held in International Building at National Taiwan University of Science and Technology (NTUST), Taipei, Taiwan on November 6–7, 2026. CSMMT 2026 / iCMMT 2026 provides great opportunity for researchers, academia and students to exchange their ideas, research findings and discussions on the design and theory on advanced mechanisms and machines. We hereby welcome you to contribute the latest research works and participate in CSMMT 2026 / iCMMT 2026.

Topics of Conferences

- Robots and Bionic Machinery
- Tribology Design and Applications
- Micro Mechanisms
- Precision Measurement
- Vehicle Engineering
- Creative Mechanism Design
- Other emerging technology
- Conceptual Design of Mechanisms and Machines
- Linkage Mechanisms and Biomechanics
- Medical Devices and Assistive Technologies
- Automation Control of Mechanisms and Machines
- Cam and Gear Transmission Mechanisms
- History of Machinery and Mechanisms and Engineering Education
- Intelligent Machinery and Smart Manufacturing
- Machine Tools and Component Technology
- Industrial Equipment Design and Applications
- Product Design and Design Theory
- Computer–Aided Design and Drawing
- Vibration and Dynamics of Machinery

Important Dates

- Paper Submission start: 1 Jul 2026
- Paper Submission due: ~~6 Sep 2026~~ Extended to 13 Sep 2026
- Decision notification: 3 Oct 2026
- Paper revision due: 17 Oct 2026
- Registration due: 17 Oct 2026
- On–site registration: 6–7 Nov 2026

Paper Submission

- Submissions are accepted online only, and content can be written in either Chinese or English.
- Submissions should be in the format of a paper (4–8 pages) or an abstract (1 page), and oral presentations are required.
- Upon acceptance of the submission, registration must be completed before the payment deadline for publication.
- Ensure to upload both the paper and the signed 'Conference Paper Copyright Agreement' simultaneously in the submission system.

Paper Awards

- Outstanding Engineering Professor Award
- Outstanding Engineer Award
- Mechanism and Machine Theory Medal of Honor
- Outstanding Young Researcher Award in Mechanism and Machine Theory
- Best Doctoral Dissertation and Best Master's Thesis Award
- Best Paper Award of the Conference
- ADAMS Paper Award (The software of Adams required)

Conference Email

csmmt2026contact@gmail.com

Conference QR code

Organizer : 中華民國機構與機器原理學會
Executive Organizer : 國立臺灣科技大學
Executive Co-organizer : NSTC 國家科學及技術委員會 · Cycling & Health Tech Industry R&D Center · 中華古機械文教基金會 · cadence

Version 09 (Updated at 9/5/2026)

徵稿文件

CSMMT 2026 / iCMMT 2026

第29屆
全國機構與機器設計學術研討會
第5屆
先進機構及機器技術國際會議



舉辦於國立臺灣科技大學 IB國際大樓
2026/11/6 ~ 11/7

中華民國機構與機器原理學會(Chinese Society of Mechanism and Machine Theory, CSMMT)為國際機構與機器科學促進聯盟(International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science, IFToMM)之會員組織。本學會將於2026年11月6日至7日假國立臺灣科技大學國際大樓舉辦「第二十九屆全國機構與機器設計學術研討會(CSMMT 2026)」暨「第五屆先進機構及機器技術國際會議(iCMMT 2026)」。CSMMT 2026/iCMMT 2026將提供一個優質的學術交流平台，匯聚國內外研究人員、學者、工程師及學生，共同分享最新研究成果，交流學術理念，並探討機構與機器設計、分析、理論及相關應用之最新發展。誠摯邀請國內外學術界、研究機構及產業界之研究人員與工程實務專家踴躍投稿，分享最新研究成果，並蒞臨參與 CSMMT 2026/iCMMT 2026，共同促進機構與機器領域之學術交流、技術創新與產學合作。

徵稿主題

機構與機器概念設計	連桿機構及生物機構學	機器人與仿生機械
醫療設備及輔具	機構與機器自動化控制	微機構與微機器
凸輪及齒輪傳動機構	機器振動及動力學	磨潤設計及應用
精密量測	工具機與零組件技術	產業設備設計及應用
產品設計及設計理論	電腦輔助設計與製圖	智慧機械及智慧製造
機器與機構歷史與工程教育	車輛工程	創意機構設計
其他		

重要日程

- 論文投稿開始：2026/7/1
- 論文投稿截止：~~2026/9/6~~ 延期至2026/9/13
- 審查結果通知：2026/10/3
- 論文定稿上傳截止：2026/10/17
- 線上註冊截止：2026/10/17
- 現場註冊：2026/11/6~7

論文獎項

- 傑出工程教授獎
- 傑出工程師獎
- 機構與機器原理獎章
- 優秀年輕機構與機器原理學者獎
- 最佳博士論文獎與最佳碩士論文獎
- 研討會最佳論文獎
- ADAMS論文獎(需有使用ADAMS軟體)

徵稿須知

- 一律採線上投稿，內容以中英文撰寫皆可
- 以論文(4–8頁)或摘要(1頁)格式投稿，皆須口頭發表
- 投稿接受後，須於繳費截止日前完成註冊方予刊登
- 務必在投稿系統同時上傳論文與經簽署的「研討會論文授權同意書」

大會 Email

csmmt2026contact@gmail.com

大會網站 QR code

主辦單位：中華民國機構與機器原理學會 Chinese Society of Mechanism and Machine Theory
承辦單位：國立臺灣科技大學
協辦單位：NSTC 國家科學及技術委員會 National Science and Technology Council；財團法人日行善醫健康科技工業研究發展中心；中華古機械文教基金會；cadence

Version 05 (Updated at 9/5/2026)

Conference Venue 會議地點

Conference Venue: International Building at National Taiwan University of Science and Technology (NTUST)

Registration Front Desk: 3rd Floor of International Building (Next to Room IB302)

Address of Conference Venue: 43 Keelung Road, Section 4, Daan District, Taipei 10607, Taiwan

Banquet Location: Liang Dian

Address of Banquet Location: 2F, No. 219, Section 3, Beixin Road, Xindian District, New Taipei City 213, Taiwan

會議地點：國立臺灣科技大學國際大樓

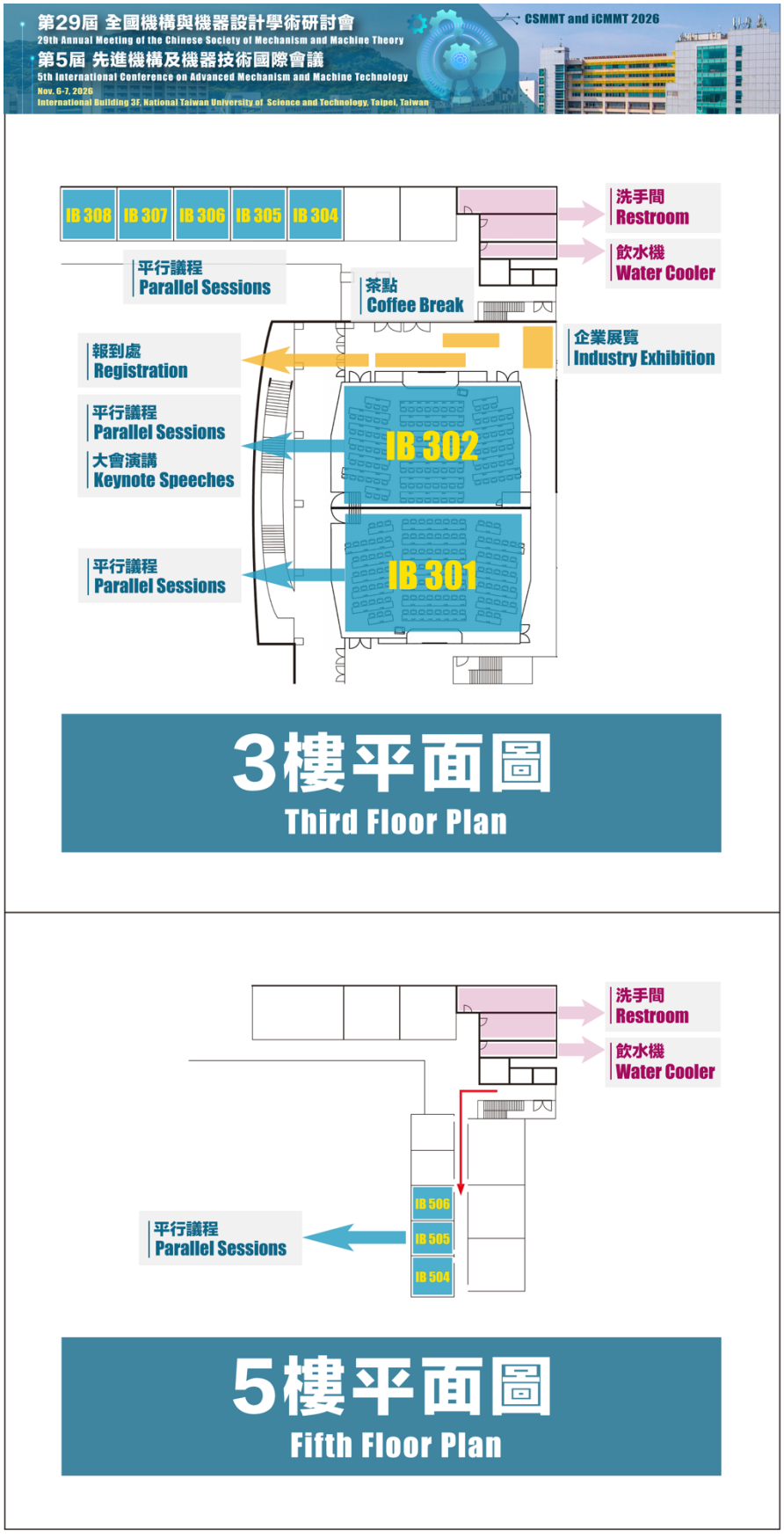
報到處：國際大樓三樓（IB302 會議室旁）

會議地點地址：10607 臺北市大安區基隆路四段 43 號

晚宴地點：靚點

晚宴地址：231 新北市新店區北新路三段 219 號 2 樓

Map of Meeting Location 會議地點地圖



Program at a Glance 議程一覽

		Room									
		IB301	IB302	IB304	IB305	IB306	IB307	IB308	IB504	IB505	IB506
Date	Time	A01-1: ADAMS Competition	BP-1: Best Paper Contest	S01-1: Cam and Gear Transmission Mechanisms (Chair: 吳育仁)	S03-1: Automation Control of Mechanisms and Machines (Chair: 陳羽薰)	S06-1: Robots and Bionic Machinery (Chair: 楊雅棠)	S10: Vibration and Dynamics of Machinery (Chair: 蘇偉儁)	S02-1: Conceptual Design of Mechanisms and Machines (Chair: 王紹宇)	S11: Precision Measurement (Chair: 吳亦莊)	I03: Intelligent Machinery and Smart Manufacturing (Chair: Shu-Hao Liang)	I05: Other Emerging Technology (Chair: Ching-Yuan Chang)
11/6	8:30-8:45			15	12	50	21	4	20	3	69
	8:45-9:00			28	38	61	24	5	53	58	115
	9:00-9:15	6	48	32	44	102	40	34	86	82	136
	9:15-9:30	51	62	33	56	103	46	35	112	95	144
	9:30-9:45	60	113	122	64	132	81	43	129	108	116
	9:45-10:00	97	134	123	145	138	135	94	139	121	
	10:00-10:20		Coffee Break (3F)								
		A01-2: ADAMS Competition	BP-2: Best Paper Contest	S01-2: Cam and Gear Transmission Mechanisms (Chair: 張文桐)	S03-2: Automation Control of Mechanisms and Machines (Chair: 歐峯銘)	S06-2: Robots and Bionic Machinery (Chair: 林紀穎)	S04: Intelligent Machinery and Smart Manufacturing (Chair: 楊政融)	S02-2: Conceptual Design of Mechanisms and Machines (Chair: 莊家維)	S08: Medical Devices and Assistive Technologies (Chair: 張秉純)	S09: Creative Mechanism Design (Chair: 徐冠倫)	S05: Computer-Aided Design and Drawing (Chair: 陳冠辰)
	10:20-10:35	117	11	2	45	30	22	92	29	74	19
	10:35-10:50	128	23	49	70	36	41	101	52	79	85
	10:50-11:05	130	27	90	80	37	42	106	59	104	87
	11:05-11:20	137	47	91	84	39	63	107	67	118	88
	11:20-11:35		76	114	93	77	98	109	71	141	89
	11:35-11:50		111		110	78	131	133	75	142	120
	11:50-13:00	Board Meeting	Lunch (3F)								
	13:00-14:00		General Assembly								
	14:00-14:40		Keynote 1								
	14:40-15:00		Coffee Break								
	15:00-15:40		Keynote 2								
	15:40-16:20		Keynote 3								
	16:20-17:00		Keynote 4								
	17:00-18:00		Transportation								
	18:00-20:00		Banquet								

		Room									
				IB304	IB305	IB306					
Date	Time			S01-3: Cam and Gear Transmission Mechanisms (Chair: 李昇基)	I01: Conceptual Design of Mechanisms and Machines (Chair: Yen-Hua Lin)	I02: Automation Control of Mechanisms and Machines (Chair: Ming-Li Chiang)					
11/7	9:00-9:15			25	1	9					
	9:15-9:30			26	7	10					
	9:30-9:45			31	13	14					
	9:45-10:00			65	57	72					
	10:00-10:15			124	96	83					
	10:15-10:30			125	119						
	10:30-10:45			Coffee Break							
				S01-4: Cam and Gear Transmission Mechanisms (Chair: 蔡錫錌)	S07: Linkage Mechanisms and Biomechanics (Chair: 徐冠倫)	I04: Robots and Bionic Machinery (Chair: Po Ting Lin)					
	10:45-11:00			16	73	8					
	11:00-11:15			17	99	54					
	11:15-11:30			18	100	140					
	11:30-11:45			126	105	143					
	11:45-12:00			127							

Program Schedule 研討會議程表

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
8:00-8:30	Registration 報到				3F (Next to IB302)	
9:00-10:00	A01-1: ADAMS Competition A01-1: ADAMS 論文競賽	6	基於 ADAMS 多體動力學模擬之可變形履帶式移動載具動態性能分析與實驗驗證	江祐宇, 陳冠辰	IB301	43
		51	製造與組裝誤差誘發之平面過拘束機構內力分析	劉雅硯, 徐冠倫		
		60	應用影像追蹤技術於凸輪輪廓逆向重建與 ADAMS 驗證：以木製仿生蜂鳥機構為例	陳韋廷, 吳育仁		
		97	基於彈簧配置最佳化之靜力平衡機構設計與實現	蔡承恩, 陳羽薰		
9:00-10:00	BP-1: Best Paper Contest BP-1: 最佳論文競賽	48	Design and Experimental Validation of a Simplified and Reproducible Variable Stiffness Joint for Knee Rehabilitation Exoskeleton Applications	Dan Michael A.S. Briones, Mark Christian E. Manuel, Guan-Chen Chen	IB302	51
		62	剛柔混合欠驅動手指外骨骼之設計與擬剛體動態建模	袁芷妍, 莊俊融		
		113	雙機械手臂協同作業之基底座標校正與末端定位誤差評估研究	周承詳, 蔡欣樺, 李羿慧, 連啓翔		

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
		134	搖擺式平面型從動件盤形凸輪機構之完全動平衡設計	張文桐, 林昇翰		
8:30-10:00	S01-1: Cam and Gear Transmission Mechanisms S01-1: 凸輪及齒輪傳動機構	Session Chair: Yu-Ren Wu 主持人: 吳育仁			IB304	99
		15	Multi-Objective Optimization of Worm Gear Transmissions Based on Design of Experiments and Surrogate Models	M Abizard Afif Putra Dewangga, Cheng-Kang Lee		
		28	強力刮齒內齒輪之圓柱型刀具製作研究	陳冠宏, 馮展華, 徐睿恩, 顏琮恩		
		32	戟齒輪條狀刀具刃面製程研究	陳冠宏, 馮展華, 徐睿恩, 謝郁誠, 李羿慧		
		33	單齒腹檢測與振動關聯性之分析	陳冠宏, 馮展華, 徐睿恩, 吳孟軒		
		122	面銑式戟齒輪齒胚幾何參數對接觸特性與傳動誤差之影響	洪士媛, 陳柔方, 李羿慧		
		123	考慮嚙合相位影響之多階行星齒輪組受載齒面接觸特性與傳動效能分析	蔡錫錚, 莊啓佑		
8:30-10:00	S03-1: Automation Control of Mechanisms and Machines S03-1: 機構與機器自動化控制	Session Chair: Yu-Hsun Chen 主持人: 陳羽薰			IB305	133
		12	具質心調整機構之球型機器人設計與PSO 最佳化模糊姿態控制	葉昊恩, 陳冠辰		
		38	智慧全方位消防機器人之設計與製作	黃煜翔, 吳岳澄, 江翊嘉, 鐘培誠, 賴岦俊		
		44	無人機投放機構設計與機構作動分析	陳柏聿, 陳冠辰		

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
		56	被動順應與自復位機構應用於 AMR 對接工作站	張愷勛, 梁書豪		
		64	人形機器人模仿學習之動作追蹤與實機部署	王雋誠, 藍兆杰		
		145	面向折床閉環控制之即時折彎角視覺量測系統：抗回彈鎖定與 Modbus RTU 介面設計	廖以軒, 石沛晨, 劉建宏, 沈銘原		
8:30-10:00	S06-1: Robots and Bionic Machinery S06-1: 機器人與仿生機器	Session Chair: Ya-Tang Yang 主持人: 楊雅棠			IB306	157
		50	應用於物流倉儲管理之自適應—鎖定型耦合式機器人夾爪	呂昕亮, 莊晉逢, 曾奕銓, 陳冠辰		
		61	具夾持力監測功能之輪式橋樑鋼纜攀爬機器人	吳國彰, 李維楨		
		102	振動作用對剪切增稠流體膠囊力學特性之影響	陳明志, 林彥樺		
		103	開發和驗證用於閉環機器人手指的 Isaac Sim-ROS2 模擬框架	石博元, 林彥樺		
		132	靜電吸附介電彈性體手爪	林俊諺, Sudhir Wakle, 劉義強		
		138	可以用於強化學習的 3D 列印機器鰻魚	王楓寓, 張昱, 楊雅棠		
8:30-10:00		Session Chair: Wei-Jiun Su 主持人: 蘇偉儁			IB307	185
		21	諧波齒軌跡方程式與傳導振動頻譜的數值分析方法	陳立平, 田孟軒		

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
	S10: Vibration and Dynamics of Machinery S10: 機器振動及動力學	24	智慧型裝備隔振設計軟體於馬達之應用與分析	游子鈿, 陳星銓, 吳佳璋		
		40	使用簡化振動模型進行機械手臂動態特性分析與自然頻率預測	呂韋瑨, 陳重德		
		46	頻率匹配對磁激式擒縱壓電獵能器性能影響之模擬研究	蔡元騏, 吳絮芊, 歐峯銘		
		81	用於數位孿生驗證之 1:10 貨櫃跨運車縮尺模型之機構設計與開發	伍祥秀, 蘇偉儁		
		135	三軸線性工具機進給系統之運動位置變異分析	謝煥為, 蔡志成		
8:30-10:00	S02-1: Conceptual Design of Mechanisms and Machines S02-1: 機構與機器概念設計	Session Chair: Shao-Yu Wang 主持人: 王紹宇			IB308	122
		4	晶圓單面研磨系統之軌跡預測與參數設計	温育叡, 林柏叡, 蔡忠佑, 鄭志鈞		
		5	晶圓雙面研磨之代數運動學建模與軌跡分析	羅偉桀, 侯安擇, 蔡忠佑, 鄭志鈞		
		34	DELTA 機械手臂彈簧重力平衡系統設計與馬達扭矩補償效果研究	鍾昀真, 莊家維		
		35	反應輪隔振系統之設計與分析	吳益彰, 詹謹聰, 王妲淨, 陳佳妘		
		43	應用於銑削顫振空氣聲學監測之號角型收音腔設計與模擬分析	徐國維, 陳裕澍, 王郁仁		

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
		94	代理模型輔助多目標灰狼演算法於終端對位撓性裝置之最佳化設計	郭岱欣, 劉至行		
8:30-10:00	S11: Precision Measurement S11: 精密量測	Session Chair: Yi-Chuang Wu 主持人: 吳亦莊			IB504	190
		20	利用數值全像干涉術測量物體微量平面外旋轉	簡宏霖, 葉勝利		
		53	基於 CMM 量測之變導程雙螺桿壓縮機轉子齒間間隙計算與最佳配對評估	陳采葳, 汪莉庭, 吳育仁, 林莘穎, 翁英哲		
		86	抗傾角式雙光束共軸干涉儀	羅郁鈞, 王永成, 張中平, 范揚讓, 鄭仁閔		
		112	基於多感測器融合之機車彎道車速估測	張世郁, 林苑婷		
		129	數位影像相關法結合有限元素分析之實驗方法與模擬結果虛實整合比較	邱阜, 莊昀澔, 吳亦莊		
		139	具力覺感測之二指電動夾爪設計	鄭瀚, 藍兆杰		
8:30-10:00	I03: Intelligent Machinery and Smart Manufacturing I03: 智慧機械及智慧製造	Session Chair: Shu-Hao Liang 主持人: 梁書豪			IB505	77
		3	Structural Intelligence for Sustainable Manufacturing: Integrating Multi-Physics, AI, and ESG in CNC Machine Tools	Aman Ullah, Tzu-Chi Chan, Shinn-Liang Chang		

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
		58	Analysis of Multi-Start Screw Configurations for Screw-Propelled Vehicles: Geometry, Terrain Interaction, and Speed	Yu-Cheng Chang, Marnel Patrick Junior Altius, Shu-Hao Liang		
		82	Automated Recognition and Pick-and-Place System for Injection-Molded Parts Integrating Edge Vision and a Robotic Arm	Chi-Yun Liu, Chia-Hao Chang, Kun-Cheng Ke, Shih-Chih Nian		
		95	Cutting Speed Estimation using Process Parameters and Online Features in WEDM	Bernard Huang, Jhan-Yu Li, Meng-Kun Liu		
		108	An AI-Driven Framework for Quality Prediction and Process Parameter Inference in Injection Molding	Yun-Yi Tsai, Kuan-You Huang, Heng Chen, Kun-Cheng Ke		
		121	Deep Learning-Based Reconstruction and Analysis of Photoelastic Fringe Patterns	Yuan-Hsi Chu, Yun-Ting Tuan, Pei-Ti Teng, Shih-Chih Nian, Kun-Cheng Ke		
8:30-9:45	**I05: Other Emerging Technology** **I05: 其他新興科技**	Session Chair: Ching-Yuan Chang 主持人: 張敬源			IB506	92
		69	Development of a Regional Strain Prediction Model for Surface-Microstructured Implant-Sized PLA Specimens Based on Compression Testing and Digital Image Correlation	Kuan-Chien Hsiung, Shao-Hua Sun, Ying-Chun Chen		

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
		115	Wafer Surface Profiling Using an Electro-Optically Modulated Twyman Green Interferometer	Jia-Ying Li, Kuan-Hsien Chang, Hung-Lin Hsieh		
		136	Investigation of Factors Affecting Air Curtain Efficiency in Paint Curing Ovens Using COMSOL Multiphysics	Nguyen-Ba Tran, Quoc-Hung Phan, Ching-Feng Yu		
		144	Thermal-Hydraulic and Thermal-Structural Analysis of a Liquid Cold Plate with Straight, S-Shaped, and Vertical-Baffle Channels	Jie-Ying Wu, Yi-Ming Li, Hua-Yi Hsu, Ching-Yuan Chang		
		116	A Stewart Platform-Based Six-Axis Force Torque Sensor with Variable Limb Inclination and ULU Limb Configuration	Parag Thote, Yu-Jen Wang		
10:00-10:20	**Coffee Break 茶敘**				3F	
10:20-11:20	**A01-2: ADAMS Competition** **A01-2: ADAMS 論文競賽**	117	基於 2K-H 構型之少齒差與零齒差組合式減速機設計與多體動力學分析	韓希然, 林煜荃, 藍兆杰	IB301	47
		128	3-RRS 空間並聯機構之分佈質量動力學建模與 ADAMS 扭矩驗證	范哲睿, 李羿慧, 侯帝光, 王紹宇		
		130	探討 Rocker-Bogie 搭載機械手臂跨越連續階梯的幾何優化之研究	洪晧鈞, 李政威, 許程翔, 李羿慧, 連啓翔		

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
		137	基於負載變動接觸角之四點接觸旋轉軸承 ADAMS 自動化建模與動態分析	蔡錫錚, 洪千涵		
10:20-11:50	BP-2: Best Paper Contest BP-2: 最佳論文競賽	11	非圓形齒輪之通用參數化設計、幾何與傳動性能分析	李芳誼, 徐冠倫	IB302	55
		23	章動減速機之面齒輪齒面數學模式	王彥閎, 石伊蓓		
		27	Power Skiving-Based Manufacturing and Transmission Performance of Spherical Gear Couplings	Viet-Quang Nguyen, Yu-Ren Wu		
		47	具延展與多曲率功能之超冗餘多連桿機械臂設計	吳秉奕, 李志中		
		76	幾何非線性拓樸最佳化方法於路徑產生撓性足型機構之設計及其機器人之實作	李依蓁, 劉至行		
		111	Miniaturized Design and Implementation of a Dexterous Anthropomorphic Robotic Manipulator for Ophthalmic Surgery	Yu-An Chen, Yu-Hsiu Lee		
10:20-11:35	S01-2: Cam and Gear Transmission Mechanisms S01-2: 凸輪及齒輪傳動機構	Session Chair: Wen-Tung Chang 主持人: 張文桐			IB304	105
		2	擺線減速系統之數學建模、齒形修形與分析	張敦樸, 劉冠岑, 林派臣, 蔡忠佑		
		49	考慮接觸齒印偏移之面銑式螺旋傘齒輪齒面修整與機械設定最佳化	孫正東, 陳冠宏, 李羿慧		

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
		90	平移式平面型從動件盤形共軛凸輪機構之共軛性檢測方法初探	張文桐, 吳荃林, 王昱恆		
		91	搖擺式平面型從動件盤形共軛凸輪機構之共軛性檢測方法初探	張文桐, 王昱恆, 吳荃林		
		114	圓柱齒輪修形齒面之準靜態負載分配與接觸模型建立	陳石生, 陳昭亮, 徐瑞宏		
10:20-11:50	S03-2: Automation Control of Mechanisms and Machines S03-2: 機構與機器自動化控制	Session Chair: Feng-Ming Ou 主持人: 歐峯銘			IB305	139
		45	徑向磁通渦電流制動器導磁塊構型之扭矩與自調節特性實驗評估	陳泓任, 林辰澔, 歐峯銘		
		70	人形機械手臂強化學習之取放策略訓練與實機部署	郭柏均, 藍兆杰		
		80	面向 Digital Shadow 之跨運車虛擬模型建置與 ROS 2 資訊映射	林宏安, 蘇偉儁		
		84	3D 尺寸線上智慧型尺寸量測系統之開發	彭聖宗, 林瑞璋, 王永成, 范揚讓		
		93	機械手臂力回授姿態迭代補償與跨規格鑽石粒皿磨削預測系統	簡崇恩, 張睿哲, 湯科爾, 劉俊葳		
		110	基於應力數位孿生之雙臂機械手智慧軌跡規劃與多軸運動控制研究	詹耀賢, 彭達仁		
10:20-11:50		Session Chair: Chi-Ying Lin 主持人: 林紀穎			IB306	163

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
	S06-2: Robots and Bionic Machinery S06-2: 機器人與仿生機器	30	可應用於多足機器人之履帶腿機構設計與開發	蔡巧軒, 白庭宣, 許庭瑋, 黃百茂, 莊俊融		
		36	基於拮抗式扭弦致動之輕量化欠驅動手指外骨骼機構設計	吳柏逸, 鍾沅熙, 莊子緯, 莊俊融		
		37	自適應式管道巡檢機器人之研製	蔡佑承, 李伃婇, 黃胤勛, 莊俊融		
		39	並聯機構非幾何定位誤差之模擬預測與補償	陳昱安, 邱昱仁		
		77	飛躍抓枝機器人 180 度轉身與凸桿抓握之關節運動軌跡設計	王瑞仁, 林紀穎		
		78	多週期橫向抓枝機器人之能量延續步態設計	張宇寰, 林紀穎		
10:20-11:50	S04: Intelligent Machinery and Smart Manufacturing S04: 智慧機械及智慧製造	Session Chair: Cheng-Jung Yang 主持人: 楊政融			IB307	145
		22	結合多模態交叉融合與備援式 AI 決策機制之智慧分類垃圾桶研製	姜兆源, 陳宥廷, 梁益華, 楊政融		
		41	基於景深辨識與針痕影像分析之晶圓點測探針磨耗評估	許品舜, 張珈綺, 梁育禎, 劉俊葳		
		42	基於聲音訊號之銑削顫振即時偵測與主軸轉速抑制系統	陳裕澍, 徐國維, 王郁仁		
		63	諧波齒輪致動器之數據驅動扭矩估測與應用	黃竣鴻, 陳亦星, 藍兆杰		

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
		98	振動軌跡約束之物理資訊深度自編碼器於鑽削刀具磨耗監測之應用	邱昱阱, 陳冠勳, 張宗聖		
		131	基於微透鏡陣列光學膜之低成本 Shack–Hartmann 波前感測器開發	張承詰, 謝易峻, 饒秉軒, 王宇騏, 林鼎晟		
10:20-11:50	S02-2: Conceptual Design of Mechanisms and Machines S02-2: 機構與機器概念設計	Session Chair: Chia-Wei Juang 主持人: 莊家維			IB308	127
		92	穿戴式手指關節肌肉訓練裝置之機構設計	謝明政, 陳羽薰		
		101	具可變拓樸手指機構開發	鄧又嘉, 林彥樺		
		106	基於雙球面子機構之單迴路多模式 7R 機構的運動模式與運動分支分析	周廷瑋, 林彥樺		
		107	應用於抓球之七連桿球面機構順應性設計與運動學分析	吳冠忠, 林彥樺		
		109	具內外夾持切換能力之可重構攀爬機器人設計與分析	邱昱鈞, 張兆瑋, 黃俊嘉, 郭柏威, 徐崇哲, 林彥樺		
		133	AI 輔助公差配合設計系統之研究	陳泓文, 蔡志成, 陳冠辰, 王郁仁		
10:20-11:50	S08: Medical Devices and	Session Chair: Biing-Chwen Chang 主持人: 張秉純			IB504	173
		29	開發線驅動穿戴式頭頸部復健裝置	簡依婷, 張秉純		
		52	以深度學習模型進行踝關節外骨骼機器人之步態辨識與輔助控制	魏祐楨, 藍兆杰		

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
	Assistive Technologies S08: 醫療設備及輔具	59	仿人體足部受力變化之機構設計與負載應力量測系統建置	林辰豪, 楊智媄		
		67	可微動功能之頸椎椎間填充塊設計與有限元素評估	陳守義, 呂昕叡, 林祐任, 黃全敬		
		71	以深度學習動作辨識切換行走與搬運輔助之脊行動力外骨骼研發	江紘璿, 藍兆杰, 徐愷辰, 黃惟中, 李姿瑩		
		75	不同輔助控制策略下之主動式外骨骼設計與動力學實驗分析	林育志, 陳彥融, 謝睿祺		
10:20-11:50	S09: Creative Mechanism Design S09: 創意機構設計	Session Chair: Kuan-Lun Hsu 主持人: 徐冠倫			IB505	179
		74	基於瞬時不變量與曲率理論之球面四連桿路徑合成	郭紘碩, 徐冠倫		
		79	奈秒雷射與碳黑噴塗改質不鏽鋼網之微生物燃料電池	李奇軒, 徐偉軒		
		104	基於機構圖譜之機械手指機構最佳尺寸合成	李晨齊, 林彥樺		
		118	一種自行車用配重塊變速系統	吳益彰, 詹謹聰, 趙詠馨, 謝昀倫, 王詩晴		
		141	波浪能轉換系統之縮尺原型設計與實驗驗證	陳羽薰, 王柏翰, 藍振洋, 許文陽, 晏緒恩, 涂京佐, 李翊廷		
		142	整合型浮動式波浪發電平台之動態去共振設計與時域響應分析	王柏翰, 陳羽薰, 晏緒恩, 涂京佐		
10:20-11:50		Session Chair: Guan-Chen Chen 主持人: 陳冠辰			IB506	151

11/6/2026 Friday 星期五						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
	S05: Computer-Aided Design and Drawing S05: 電腦輔助設計與製圖	19	射出成型模具用快速拆裝頂出暨復位機構之模組化設計與研究	王心德, 梁博傑, 李秉宸		
		85	基於幾何約束之創新重力補償機構生成方法	侯羽珊, 陳羽薰		
		87	避震型電動輔助自行車車架靜動態應力分析與改善設計	黎謦豪, 鄭永長, 李政鋼		
		88	鐵路集電弓系統之靜動態結構應力分析與改善設計	呂承緒, 鄭永長, 李政鋼		
		89	被動式定力拋光機構之設計與分析	朱泓安, 陳羽薰		
		120	主動式差速器行星臂之結構設計與強度分析	林宗儁, 張鈞翔		
11:50-13:00	Board Meeting 理監事會				IB301	
11:50-13:00	Lunch 午餐				Rooms at 3F	
13:00-14:00	General Assembly (including Opening Ceremony) 會員大會 (包含開幕式)				IB302	
14:00-14:40	Keynote 1 大會演講 1	Development of a High-Precision Cylindrical Gear Generating Grinding Machine 高精度圓柱齒輪創成磨床開發		Speaker: Distinguished Prof. Zhang-Hua Fong Session Chair: Prof. Yi-Pei Shih 演講人: 馮展華 講座教授 主持人: 石伊蓓 教授	IB302	33
14:40-15:00	Coffee Break 茶敘				3F	

11/6/2026 Friday 星期五					
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目	Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
15:00-15:40	Keynote 2 大會演講 2	Hardware Design of New Cameras for Enhancing Robot Visual Perception Capabilities	Speaker: Dr. Guillaume Caron Session Chair: Prof. Yen-Hua Lin 演講人: Dr. Guillaume Caron 主持人: 林彥樺 教授	IB302	37
15:40-16:20	Keynote 3 大會演講 3	Robotic Mechanisms for Automation on Construction Site	Speaker: Prof. Yusuke Sugahara Session Chair: Prof. Po Ting Lin 演講人: Prof. Yusuke Sugahara 主持人: 林柏廷 教授	IB302	39
16:20-17:00	Keynote 4 大會演講 4	Origami- and Kirigami-Inspired Thick Panel Folding	Speaker: Dr. Jingyi Yang Session Chair: Prof. Kuan-Lun Hsu 演講人: Dr. Jingyi Yang 主持人: 徐冠倫 教授	IB302	41
17:20-18:00	Moving to Banquet Venue 移動至晚宴場地				
18:00-20:00	Banquet 晚宴: Liang Dian 靚點				

11/7/2026 Saturday 星期六						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目			Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
9:00-10:30	S01-3: Cam and Gear Transmission Mechanisms S01-3: 凸輪及齒輪傳動機構	Session Chair: Yi-Hui Lee 主持人: 李羿慧				IB304	111
		25	Mathematical Modeling of CNC Cylindrical Skiving for Manufacturing Offset Helical-Meshing Face Gears	Khoe-Qui Le, Yu-Ren Wu			
		26	建立刀傾圓柱型強力刮齒加工內齒輪之齒面數學模式	黃思喬, 石伊蓓			
		31	以五軸 CNC 工具機加工鼓形齒直傘齒輪之數學模式	廖學彬, 石伊蓓			
		65	高扭矩密度漸開線少齒差行星減速機應用於關節模組之設計	張淳堡, 藍兆杰			
		124	嚙合相位對行星齒輪組動態受載齒面接觸特性之影響－考量元件變形與齒面修整	賴柏諺, 蔡錫錚, 黃國饒			
		125	考慮接觸斑截斷與滾道輪廓修整之四點接觸滾珠旋轉軸承單一滾珠–滾道密合接觸分析	呂沛馨, 蔡錫錚, 陳駿霖			
9:00-10:30	I01: Conceptual Design of	Session Chair: Yen-Hua Lin 主持人: 林彥樺				IB305	61
		1	Variable-Payload Linear Gravity Compensation Using a Spiral Pulley with an Adjustable-Pivot Lever	Chun-Che Lin, Vu Linh Nguyen, Po Ting Lin			

11/7/2026 Saturday 星期六

Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
	Mechanisms and Machines I01: 機構與機器概念設計	7	Synthesis of Five-Bar Revolute/Spherical Spatial Linkage Mechanisms Using Genetic Algorithm (GA) and Levenberg-Marquardt (LM) Method	Mohd Azim, Yi-Han Chen, Po Ting Lin		
		13	Quasi-Serial Reference Transfer Gravity Compensation for Energy Efficient Multi-DOF Robotic Manipulators	Addisu Kidanemariam Tadese, Vu Linh Nguyen, Po Ting Lin		
		57	Design and Analysis of A Curved-Beam Compliant Gripper with Nearly Constant Grasping Force for Objects of Various Size	Duy Binh Pham, Shyh-Chour Huang		
		96	Development of a Single-Actuator Underactuated Robotic Finger with Magnetic Differential Mechanisms	Ke-Yu Chen, Chen-Ting Wen		
		119	A Friction-Driven Thermoelectric Response Mechanism for In-Situ Tool Wear Monitoring in Metal Cutting	Ziliang Zhang, Yucheng Lin, Chunliang Kuo		
9:00-10:15		Session Chair: Ming-Li Chiang 主持人: 江明理			IB306	70

11/7/2026 Saturday 星期六

Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
	I02: Automation Control of Mechanisms and Machines I02: 機構與機器自動化控制	9	Orientation-Constrained Collision-Free Motion Planning for In-Container Carton Stacking Using Batch Informed Trees (BIT*) and Particle Swarm Optimization (PSO)	Chia Lan Liu, Sheng-Cheng Wu, Po Ting Lin, Chyi-Yeu Lin		
		10	Dynamic-Stability-Aware Robotic Palletizing Using Hybrid Optimization and a Graph-Network Surrogate Physics Model	Jiong-Wei Lin, Ching-Fa Wu, Po Ting Lin, Chyi-Yeu Lin		
		14	Point-Cloud-Based Robotic Trajectory Planning for Automated Adhesive Spraying on Shoe Soles	Li-Cih Siao, Chang-Yi Lin, Chyi-Yeu Lin, Po Ting Lin		
		72	Curvature-Assisted Safety Planning for Large Vehicles Using Model Predictive Control	Hsiang-Yu Wen, Ming-Li Chiang		
		83	Multi-Robot Formation Transformation Using Task-Allocation Strategies	Ching-Wei Chuang, Chih-Hsiang Chiu		
10:30-10:45	Coffee Break 茶敘				3F	
10:45-12:00	S01-4: Cam and Gear	Session Chair: Shyi-Jeng Tsai 主持人: 蔡錫錚			IB304	117
		16	章動面齒輪減速機之靜力分析	王奕程, 石伊蓓		
		17	以圓柱型強力刮齒刀具加工直傘齒輪	張祐華, 石伊蓓		

11/7/2026 Saturday 星期六

Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
	Transmission Mechanisms S01-4: 凸輪及齒輪傳動機構	18	基於瞬心與瞬心軸理論之平面與空間直接接觸機構輪廓合成	陳冠維, 徐冠倫		
		126	考量機構偏心誤差之新型輪廓修整小齒數單齒差 K-H-V 型擺線行星齒輪機構受載接觸特性分析	陳奕樺, 蔡錫錚		
		127	小齒數比之模造面齒輪對幾何設計	黃騰鋒, 蔡錫錚		
10:45-11:45	S07: Linkage Mechanisms and Biomechanics S07: 連桿機構及生物機構學	Session Chair: Kuan-Lun Hsu 主持人: 徐冠倫			IB305	169
		73	具撓性連桿之欠驅動三指靈巧手設計	何宜安, 藍兆杰		
		99	基於剪切增稠流體之可變剛度手指設計	陳聖斌, 林彥樺		
		100	氣體驅動剪切增稠凝膠之流變特性分析	鍾博儒, 林彥樺		
		105	基於負載平坦化之人形機器人線性致動機構設計與分析	姜智文, 陳明志, 林彥樺		
10:45-11:45	I04: Robots and Bionic Machinery I04: 機器人與仿生機器	Session Chair: Po Ting Lin 主持人: 林柏廷			IB306	86
		8	Design of a Flexible Graphene/PVDF Tactile Sensor Array with Multiplexed Signal Acquisition for Dexterous Hands	Yu-Ting Lin, Chi-Yu Ho, Po Ting Lin, Wei-Song Hung, Yen-Hua Lin, Leon Wu		
		54	A Vision-Guided Correction Framework and Validation Protocol for Grid Painting	Chi-Hsuan Chu, Marnel Patrick Junior Altius, Shu-Hao Liang		

11/7/2026 Saturday 星期六						
Time 時間	Session 議程	Title 演講題目		Chair/Speaker 主持人/演講人/作者	Location 地點	Page 頁數
		140	Intelligent Industrial Inspection System Integrating Embedded Systems and Deep Learning with a Quadruped Robot for Instrument Recognition and Corrosion Detection	Yu Syuan Tsai, Jun-Ming Cheng, Tsung-Ming Fang, Ching-Yuan Chang		
		143	Digital Twin Assisted Quadruped Robot Inspection for Quantitative Corrosion Assessment	Tung-Chien Lai, Jun-Ming Cheng, Tsung-Ming Fang, Ching-Yuan Chang		

Keynote 1, 大會演講 1

Development of a High-Precision Cylindrical Gear Generating Grinding Machine

高精度圓柱齒輪創成磨床開發

Speaker: Distinguished Prof. Zhang-Hua Fong

Session Chair: Prof. Yi-Pei Shih

演講人: 馮展華 講座教授

主持人: 石伊蓓 教授

Time 時間：14:00-14:40, 11/6/2026

Location 地點：IB302

Biography 經歷：



- 國立中正大學講座教授(‘15~now)、校長(‘16~’24)、工學院院長(‘09~’13)、研究傑出特聘教授(‘09~’15)、機械系系主任(‘08~’09)、研發長(‘06~’08)、機械系教授(‘01~’09)、建教合作組組長(‘98~’01)、機械系副教授(‘95~’01)
- 科技部工程技術研究發展司司長(‘14~’15)
- 國科會工程處處長(‘13~’14)
- 中華民國機構與機器原理學會理事長(‘10~’14)
- 經濟部技術處兼任科技顧問(‘11~’13)
- 經濟部技術處 SBIR 總召集委員(‘09)、機械領域召集委員(‘08~’09)
- 工研院機械所傳動零組件部經理(‘95)、齒輪技術部副經理(‘93~’95)、示範工廠工程師(‘91~’93)

Honors 榮譽獎項：

- 東元獎(‘15)
- 行政院傑出科技貢獻獎(‘13)
- 國科會傑出研究獎(‘11)、技術移轉個案獎(‘07)、傑出產學合作獎(‘07)、甲種研究獎勵(‘95, ‘97-’00)
- CIE 傑出工程教授獎(‘08)
- CSME 傑出工程教授獎(‘08)、優秀青年工程師獎(‘98)
- 經濟部技術處大學產業經濟貢獻獎個人獎(‘07)
- 國立中正大學工學院傑出研究教師獎(‘00)
- 工研院研究成就獎個人獎(‘94)

Abstract 摘要：

High-precision gears are critical components in modern power transmission systems, and their manufacturing quality directly influences transmission efficiency, load-carrying capacity, vibration, and noise performance. With the rapid growth of electric vehicles, high-speed machine tools, industrial robots, and precision gear reducers, the demand for high-accuracy, low-noise, and high-efficiency gears continues to increase. As a result, gear generating grinding technology has become one of the most important enabling technologies for advanced gear manufacturing.

This presentation introduces the development and key design concepts of a high-precision cylindrical gear generating grinding machine. The machine adopts a six-axis synchronized motion control architecture and utilizes the generating relationship between a threaded grinding wheel and the workpiece. Combined with Electronic Gearbox (EGB) synchronization technology, the system precisely coordinates grinding wheel rotation, workpiece rotation, axial and radial feed motions, and wheel dressing operations to achieve high-efficiency and high-accuracy gear grinding. To further enhance machining quality, the machine integrates multi-axis motion control, parametric gear geometry modeling, three-dimensional tooth surface generation theory, and closed-loop error compensation technologies, establishing a comprehensive digital manufacturing platform.

The presentation will discuss the kinematic model of gear generating grinding, EGB synchronization control architecture, threaded grinding wheel dressing technology, and tooth flank topological modification methods. Through accurate mathematical tooth profile descriptions and

three-dimensional surface modeling, the tooth surface generation mechanism and error sources can be systematically analyzed. Advanced modifications, including profile crowning, lead modification, bias correction, and tooth flank twist control, can then be implemented to satisfy the stringent requirements for contact characteristics, load distribution, and transmission error control in high-performance gears.
In addition, the presentation will introduce intelligent manufacturing technologies that integrate gear metrology with closed-loop compensation. By feeding measured tooth surface deviations back into wheel dressing parameters, grinding paths, and EGB compensation curves, machining accuracy and production consistency can be significantly improved. These technologies have been widely applied in electric vehicle reducers, high-speed gearboxes, and various precision transmission systems, resulting in reduced vibration and noise, improved transmission efficiency, and enhanced product reliability.
Finally, the presentation will highlight recent trends in EV gear manufacturing, including ultra-low transmission error design, low-NVH (Noise, Vibration, and Harshness) gear technologies, mirror-finish grinding (Ra < 0.15 μm), digital twins, and smart manufacturing applications. Through the deep integration of generating grinding, precision metrology, and closed-loop compensation technologies, gear whine and vibration can be effectively reduced while improving transmission efficiency and power density, providing key manufacturing solutions for next-generation high-performance electric vehicle transmission systems.

高精度齒輪是高性能傳動系統的核心元件，其加工品質直接影響傳動效率、承載能力以及振動與噪音表現。隨著電動車、高速工具機、工業機器人及精密減速機等產業快速發展，市場對高精度、低噪音及高效率齒輪的需求日益提升，使齒輪創成磨削技術（Gear Generating Grinding Technology）成為先進齒輪製造的重要發展方向。
本演講將介紹高精度圓柱齒輪創成磨床之開發技術與關鍵設計理念。創成磨床採用六軸同步運動控制架構，利用螺紋砂輪與工件間的創成運動關係，配合電子齒輪箱（Electronic Gearbox, EGB）同步控制技術，精確協調砂輪旋轉、工件旋轉、軸向進給、徑向進給及修整運動，實現高效率與高精度之齒輪磨削加工。為進一步提升加工品質，磨床

系統整合多軸運動控制、參數化齒輪幾何建模、三維齒面生成理論及閉迴路誤差補償技術，建構完整的數位化加工平台。

演講內容將探討創成磨削運動學模型、電子齒輪箱同步控制架構、螺紋砂輪修整技術以及齒面拓樸修整方法。透過精確的數學齒形描述與三維曲面建模，可有效分析齒面生成機制與誤差來源，進而實現齒形修整、導程修整、偏壓修整及齒面扭轉控制等先進拓樸修形功能，以滿足高性能齒輪對接觸特性、載荷分佈及傳動誤差控制的嚴格要求。此外，本演講亦將介紹結合齒輪量測與閉迴路補償之智慧製造技術。透過將量測所得之齒面偏差回饋至砂輪修整參數、磨削路徑及電子齒輪箱補償曲線，可有效提升加工精度與量產穩定性。相關技術已廣泛應用於電動車減速機、高速齒輪箱及各類精密傳動系統，並能有效降低齒輪振動與噪音、提升傳動效率及產品可靠度。

最後，演講將分享電動車齒輪製造之最新發展趨勢，包括超低傳動誤差設計、超低 NVH（Noise, Vibration and Harshness）齒輪技術、鏡面磨削技術（$Ra < 0.15\ \mu m$），以及數位雙生與智慧製造之應用。透過創成磨削技術、精密量測與閉迴路補償系統的深度整合，可有效降低齒輪嘯叫與振動、提升傳動效率及功率密度，為下一代高效能電動車傳動系統提供關鍵製造技術支撐。

Keynote 2, 大會演講 2

Hardware Design of New Cameras for Enhancing Robot Visual Perception Capabilities

Speaker: Dr. Guillaume Caron

Session Chair: Prof. Yen-Hua Lin

演講人: Dr. Guillaume Caron

主持人: 林彥樺 教授

Time 時間：15:00-15:40, 11/6/2026

Location 地點：IB302

Biography 經歷：



- Co-director of CNRS-AIST Joint Robotics Laboratory, IRL 3219, Tsukuba, Japan (since 2022)
- Associate Professor of University of Picardie Jules Verne (UPJV), France (since 2011)
- Head of the Robotic Perception group of the Modeling, Information and Systems lab of UPJV (2015-2020)
- Inria research engineer (postdoc) at IRISA (Lagadic group, now Rainbow), Rennes, France (2010-2011)

Abstract 摘要：

The autonomy of robots leverages visual sensing. However most robots integrate existing cameras that were not designed for robotic purposes but to produce images looking good for humans, or video games. As a result, these cameras produce often too much data to process in real-time for achieving robotic tasks or even fail to provide useful images in situations of high dynamic range, heterogeneous densities of information or high speed.

This presentation will provide an overview of novel camera design works in the hardware of their optical parts, involving multiple lenses and filters, original deformable mirrors toward their integration with novel modalities such as with event cameras, for robot perception-based control.

Keynote 3, 大會演講 3

Robotic Mechanisms for Automation on Construction Site

Speaker: Prof. Yusuke Sugahara

Session Chair: Prof. Po Ting Lin

演講人: Prof. Yusuke Sugahara

主持人: 林柏廷 教授

Time 時間：15:40-16:20, 11/6/2026

Location 地點：IB302



Biography 簡介：

Yusuke Sugahara received his Dr.Eng. degree in engineering at Waseda University in 2006. He had served as a Research Associate at Waseda University from 2003 to September 2007, served as an Assistant Professor at Tohoku University from 2007 to 2012, served as a Lecturer at Kokushikan University from 2012 to 2015, served as an Associate Professor at Tokyo Institute of Technology from 2015 to 2025. He is currently a Professor with the Department of Mechanical Engineering, Institute of Science Tokyo. His research interests include design and control of mechanisms, mechanical and robotic systems. He has been a Director of RSJ from 2022 to 2023. He received JSME Fellow in 2026. Specific research topics: Cable-Driven Parallel Robots, Cable-Traversing Robots, Human-Powered Robotics, Pedaling Exercise Load System, Biped Walking Vehicle, Stair-Climbing Wheelchair, Task Partner Robot, “Aero-Train”: Aerodynamically Levitated Train System.

Abstract 摘要：
To date, there is a great demand for the robotization of tasks in construction site thanks to the effects for the issues of the cost, the labor shortage, quality management, safety, and so on. However, the has been still many issues for robot systems. Although the tasks themselves are relatively simple handling and positioning tasks, they require spatial locomotion and positioning, extremely wide workspace, and long operating time in the narrow and disordered environment, and sometimes objects are heavy or tasks require high power. The speaker believes that the problems can be solved from the point of view of mechanism design, and would like to introduce several primitive research activities to tackle against this kind of problems.

Keynote 4, 大會演講 4

Origami- and Kirigami-Inspired Thick Panel Folding

Speaker: Dr. Jingyi Yang

Session Chair: Prof. Kuan-Lun Hsu

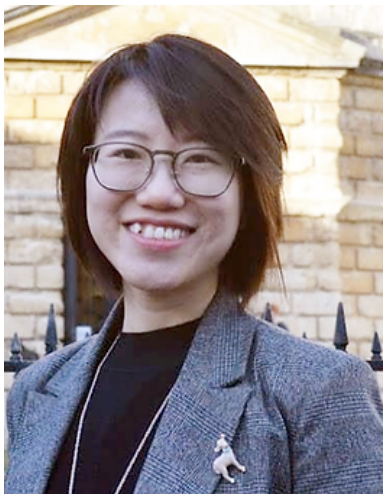
演講人: Dr. Jingyi Yang

主持人: 徐冠倫 教授

Time 時間：16:20-17:00, 11/6/2026

Location 地點：IB302

Biography 經歷：



- Scientist at Singapore Institute of Manufacturing Technology (SIMTech) (since 2025)
- Postdoctoral Researcher at University of Oxford (2022-2025)
- Research Fellow and Tutor at Keble College, University of Oxford (2022-2025)
- Sub Dean at Keble College, University of Oxford (2022-2025)
- Lecturer at Magdalen College, University of Oxford (2021-2022)
- Research Engineer at Singapore Institute of Manufacturing Technology (SIMTech) (2016-2018)

Abstract 摘要：

Flat arrays consisting of panels of finite thickness are widely used in aerospace applications such as solar panels and reflectarray antennas. Packaging them into compact bundles without any voids and then deploying them bi-directionally to flat, continuous and accurate surfaces has challenged engineers for decades. In this talk, I will report origami- and

kirigami-inspired mechanisms that enable panels of uniform thickness to fold compactly and deploy into functional structures. By combining geometric design with linkage theory and kinematic analysis, I investigate how finite panel thickness can be accommodated while preserving rigid folding and controlling degrees of freedom. The work spans planar folding, deployable surfaces, and reconfigurable architectures, with applications in space systems, robotics, and load-bearing structures. This talk will highlight the underlying mechanism principles and how they translate folding concepts into practical engineering designs.

A01-1: ADAMS Competition, ADAMS 論文競賽

Time 時間：9:00-10:00, 11/6/2026

Location 地點：IB301

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
9:00-9:15	6	基於 ADAMS 多體動力學模擬之可變形履帶式移動載具動態性能分析與實驗驗證	江祐宇, 陳冠辰
9:15-9:30	51	製造與組裝誤差誘發之平面過拘束機構內力分析	劉雅硯, 徐冠倫
9:30-9:45	60	應用影像追蹤技術於凸輪輪廓逆向重建與 ADAMS 驗證：以木製仿生蜂鳥機構為例	陳韋廷, 吳育仁
9:45-10:00	97	基於彈簧配置最佳化之靜力平衡機構設計與實現	蔡承恩, 陳羽薰

Time 時間：9:00–9:15 11/6/2026

Location 地點：IB301

Paper ID 論文編號：6

基於 ADAMS 多體動力學模擬之可變形履帶式移動載具動態性能分析與實驗驗證

江祐宇 [1], 陳冠辰 [1,*]

[1] 國立中興大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: gcchen0330@dragon.nchu.edu.tw

本研究針對具履帶模式與類四輪模式切換能力之可變形移動載具，利用 Adams 建立多體動力學模型，分析其剪式抬升、平地行走與坡面爬升性能。結果顯示，剪式抬升機構於不同載重下之理論推力與 Adams 模擬誤差皆低於 3%；類四輪模式之平地速度均方根較履帶模式提升約 38.6%，顯示縮短有效接地長度可提升移動效率。於 30°坡面模擬中，履帶模式之平均

牽引力高於坡面方向重力分量，可維持穩定爬升。實機測試與模擬結果亦呈現相近趨勢，證實所建立之 Adams 模型可合理反映載具於不同接地模式與地形條件下之動態行為。

Time 時間：9:15–9:30 11/6/2026

Location 地點：IB301

Paper ID 論文編號：51

製造與組裝誤差誘發之平面過拘束機構內力分析

劉雅硯 [1], 徐冠倫 [1,*]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: kuanlunhsu@ntu.edu.tw

本文針對具備製造與組裝誤差之平面過拘束機構，提出一套基於位移法之全域分析方法。透過建立混合等效結構模型，將尺寸與幾何誤差參數化為節點之強迫初始位移，直接納入全域系統矩陣進行求解。本文以兩種典型機構進行案例分析，並使用 MSC Adams 建立柔性體模型進行數值驗證。此外，透過探討不同誤差對機構內力之影響，以及利用疊加殘差分析外部工作負載與誤差效應之交互作用，評估線性模型之適用範圍。驗證結果顯示，本方法在適用範圍內可有效預測，並可描述多重誤差下之力學響應。

Time 時間：9:30–9:45 11/6/2026

Location 地點：IB301

Paper ID 論文編號：60

應用影像追蹤技術於凸輪輪廓逆向重建與 ADAMS 驗證：以木製仿生蜂鳥機構為例

陳韋廷 [1], 吳育仁 [1,*]

[1] 國立中央大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: yurenwu@ncu.edu.tw

本研究以 Derek Hugger 設計之 Colibri 木製仿生蜂鳥機構為案例，建立一套由單視角公開影片之外部週期運動逆向重建等效凸輪輪廓的方法。以 Tracker 取得撲翼、尾羽與胸腔位移，經共同位移扣除、週期處理、Hampel 異常點抑制與 Fourier 擬合後，依等效基圓與滾子幾何生成節曲線及滾子補償後工作輪廓。為避免重建與驗證資料互相回饋，原廠凸輪工作輪廓不參與影像量測、訊號處理與重建參數選定，僅於重建完成後作為獨立基準；影像重建凸輪與原廠凸輪分別置入模擬條件一致之 ADAMS 模型比較。三子系統 RMSE 分別為 0.307、0.294 與 0.362 mm，相對 RMSE 為 0.96%、1.84%與 1.45%，總升距差異為−2.2%、+0.3%與−3.5%。結果顯示，重建模型可再現原廠基準模型之主要週期位移特徵與總升距；本研究成果定位為既定量測與模型條件下之運動功能等效重建，不建議以原廠凸輪幾何進行實體模型之復原。

Time 時間：9:45–10:00 11/6/2026

Location 地點：IB301

Paper ID 論文編號：97

基於彈簧配置最佳化之靜力平衡機構設計與實現

蔡承恩 [1], 陳羽薰 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhchen@mail.ntust.edu.tw

重力平衡補償機構(Gravitational Balancing Mechanism, GBM)係透過彈簧進行被動重力補償效果，具有可降低機器人關節馬達扭矩的特性。由於推導靜力平衡所需之彈簧常數過程繁瑣複雜、理論與實際平衡效果未必相同，對於實際應用，顯得過於理想且不便。為此，本研究開發一套基於遺傳演算法(Genetic Algorithm, GA)之最佳化程式，針對任意機構構型之指定彈簧安裝位置、任意彈簧規格與任意數量進行排列組合，以有限資源達成近似理想之靜力平衡效

果。為驗證最佳化程式之有效性，提出一基於 Cardan 齒輪之構型設計，透過 Adams 考量彈簧收納位置、運動干涉與效益分析，在以演算法求得對應市售彈簧之配置後，進行最後實體原型機製作，並整合於 HIWIN RA610-1476 機器人平台進行理論驗證。實驗結果顯示，加裝 GBM 後機械手臂於待機狀態下可有效降低能耗，重複定位精度改善幅度最高達 62.5%，最大允許負載增幅達 37.5%。

A01-2: ADAMS Competition, ADAMS 論文競賽

Time 時間：10:20-11:20, 11/6/2026

Location 地點：IB301

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:20-10:35	117	基於 2K-H 構型之少齒差與零齒差組合式減速機設計與多體動力學分析	韓希然, 林煜荃, 藍兆杰
10:35-10:50	128	3-RRS 空間並聯機構之分佈質量動力學建模與 ADAMS 扭矩驗證	范哲睿, 李羿慧, 侯帝光, 王紹宇
10:50-11:05	130	探討 Rocker-Bogie 搭載機械手臂跨越連續階梯的幾何優化之研究	洪晧鈞, 李政威, 許程翔, 李羿慧, 連啓翔
11:05-11:20	137	基於負載變動接觸角之四點接觸旋轉軸承 ADAMS 自動化建模與動態分析	蔡錫錚, 洪千涵

Time 時間：10:20–10:35 11/6/2026

Location 地點：IB301

Paper ID 論文編號：117

基於 2K-H 構型之少齒差與零齒差組合式減速機設計與多體動力學分析

韓希然 [1], 林煜荃 [2], 藍兆杰 [1,*]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

[2] 國立成功大學機械工程學系

*Corresponding Author: lancc@ntu.edu.tw

市售準直驅(Quasi-Direct Drive, QDD)致動器減速機多採用單級行星構型；受限於單級減速比限制，且多級堆疊增加軸向長度，目前尚未見採用 2K-H 少齒差構型作為 QDD 減速元件之研究或產品。為滿足高動態運動、實體人機互動及阻抗相容性機器人系統對高扭矩密度與可逆驅動性(Back-drivability)之需求，本研究結合少齒差之高減速比與零齒差之扭矩輸出平穩性特性，設計一具備外齒輪輸出特徵之 90 倍減速比 2K-H 二級減速機系統，具備高減速比，扁

平化，結構簡單化之優點，此外，本文建立以轉位係數為核心之齒形參數 MATLAB 數值分析模型，高效計算齒形幾何參數，並結合多體動力學(Multi-Body Dynamics, MBD)探討齒輪系統動態特徵，全面評估其嵌入電機本體內部、與電機高度整合，應用於 QDD 致動器之可行性。

Time 時間：10:35–10:50 11/6/2026

Location 地點：IB301

Paper ID 論文編號：128

3-RRS 空間並聯機構之分佈質量動力學建模與 ADAMS 扭矩驗證

范哲睿 [1], 李羿慧 [1], 侯帝光 [1], 王紹宇 [1,*]

[1] 國立聯合大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: sywang@nuu.edu.tw

3-RRS 空間並聯機構閉迴路幾何會將各構件的質量分布、慣性與速度耦合效應共同反映至驅動端，使質量簡化模型預測差異隨工作姿態與幾何敏感度放大，本研究建立三自由度分佈質量逆動力學模型(Distributed-Mass Dynamic Model, DMM)，以逐構件質心平移與完整剛體轉動動能構建廣義動力學方程式，並透過機構運動姿態、質量矩陣、科氏力、重力位能及機械功率完成物理一致性驗證，在基準軌跡下三軸驅動峰值扭矩分別為 232.19、202.55 與 224.63 N·m，近工作邊界分析顯示，當運動學雅可比倒條件數 rcond_J 降至 5.20×10^{-3} 時，關節 2 之 DMM 與集中質量模型(Lumped-Mass Model, LMM)扭矩差達 302.39 N·m，且其中幾乎來自慣性項，確立幾何敏感度提高導致關節加速度放大再進而影響慣性負載差異放大的物理機制，最後直接由實際 CAD 提取各構件幾何、質量、質心與完整慣性張量，建立 CAD 一致性 DMM，並在無扭矩參數擬合及參數一致的條件下與 ADAMS 進行 201 點逐點扭矩比較；三軸全幅值正規化均方根誤差（NRMSE）分別為 0.265%、0.385% 與 0.328%，相關係數均達 0.999 以上，最大逐點誤差不高於各軸峰值之 0.367%。

Time 時間：10:50-11:05 11/6/2026

Location 地點：IB301

Paper ID 論文編號：130

探討 Rocker-Bogie 搭載機械手臂跨越連續階梯的幾何優化之研究

洪晧鈞 [1], 李政威 [1], 許程翔 [1], 李羿慧 [1], 連啓翔 [1,*]

[1] 國立聯合大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: chlien33@nuu.edu.tw

本研究提出一套整合地形導向幾何最佳化、跨地形越障評估、平面等效設計模型至三維多體動力學驗證及機械手臂整合分析之 Rocker–Bogie 移動操作平台設計流程。首先，以六個幾何參數為設計參數，利用基因演算法（Genetic Algorithm, GA）分別針對 Type 1（~18°）、Type 2（~27°）與 Type 3（~40°）三種斜率的連續階梯地形求得 GA1、GA2 與 GA3 最佳化設計參數，並透過交叉地形測試評估其適應能力。結果顯示，GA3 為唯一可完成三種階梯完整爬升、頂部通過及下降之構型，顯示其具有較佳的跨地形越障適應性。進一步以 GA3 建立三維 Rocker–Bogie Adams 多體動力學模型，並於相同 Type 3 階梯與驅動條件下，比較平面等效設計模型所預測之質心軌跡與三維 Adams 模型之整車質心軌跡。其垂直方向平均絕對偏差（Mean Absolute Deviation, MAD）為 10.9644 mm，顯示基於平面等效模型所得之最佳化構型設計參數與主要質心運動特徵，可在三維 Adams 多體動力學模型中維持一致的越障趨勢。最後，於三維平台搭載六自由度機械手臂，分析五種關節姿態及三種基底安裝位置。結果顯示，伸展型姿態皆無法完成 Type 3 越障，而部分收折姿態可藉由基底位置調整恢復完整越障能力，反映機械手臂姿態與安裝位置所造成的整車質量分布變化，會顯著影響被動懸吊之越障行為。研究結果顯示，Rocker–Bogie 移動操作平台之階梯越障性能須同時考量底盤幾何構型與上部機構配置，所提出之流程可作為後續底盤設計、機械手臂配置與越障姿態規劃之量化設計依據。

Time 時間：11:05–11:20 11/6/2026
Location 地點：IB301
Paper ID 論文編號：137

基於負載變動接觸角之四點接觸旋轉軸承 ADAMS 自動化建模與動態分析

蔡錫錚 [1,*], 洪千涵 [1]

[1] 國立中央大學機械工程系

[*]Corresponding Author: sjtsai@cc.ncu.edu.tw

四點接觸旋轉軸承可承受軸向力、徑向力及傾覆力矩，但受載後接觸角會隨負載變化，傳統固定接觸角模型難以準確描述其動態接觸行為。本文建立具負載變動接觸角之四點接觸旋轉軸承自動化 ADAMS 模型，透過程式化方法建立滾珠－滾道接觸彈簧元件，並分析重力及衝擊負載下轉動環之位移、傾覆響應，以及滾珠接觸負載與接觸角變化。結果顯示，負載方向、傾覆運動及質心偏心會顯著影響軸承動態響應與內部負載分布。本方法可作為旋轉軸承動態性能評估之依據。

BP-1: Best Paper Contest, 最佳論文競賽

Time 時間：9:00-10:00, 11/6/2026

Location 地點：IB302

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
9:00-9:15	48	Design and Experimental Validation of a Simplified and Reproducible Variable Stiffness Joint for Knee Rehabilitation Exoskeleton Applications	Dan Michael A.S. Briones, Mark Christian E. Manuel, Guan-Chen Chen
9:15-9:30	62	剛柔混合欠驅動手指外骨骼之設計與擬剛體動態建模	袁芷妍, 莊俊融
9:30-9:45	113	雙機械手臂協同作業之基底座標校正與末端定位誤差評估研究	周承詳, 蔡欣樺, 李羿慧, 連啓翔
9:45-10:00	134	搖擺式平面型從動件盤形凸輪機構之完全動平衡設計	張文桐, 林昇翰

Time 時間：9:00–9:15 11/6/2026

Location 地點：IB302

Paper ID 論文編號：48

Design and Experimental Validation of a Simplified and Reproducible Variable Stiffness Joint for Knee Rehabilitation Exoskeleton Applications

Dan Michael A.S. Briones[1], Mark Christian E. Manuel[1], Guan-Chen Chen[2,*]

[1]School of Mechanical, Manufacturing, and Energy Engineering, Mapúa University, Manila, Philippines

[2]Mechanical Engineering Department, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan

[*]Corresponding Author: gcchen0330@dragon.nchu.edu.tw

Knee rehabilitation exoskeletons require stiffness modulation during rehabilitative actions. Variable stiffness actuators (VSAs) provide mechanical means of adjusting joint stiffness independently or concurrently with joint motion. Applications involving changing dynamic or interaction requirements can benefit from stiffness modulation during operation, such as assistive and rehabilitative movements. However, VSA mechanisms are often considered complex and require robust materials and precision machining to produce. This hinders widespread use and adoption of the mechanism. The Simplified Variable Stiffness Actuator (SimVSA) presents a design that utilizes both standard market-available parts and additively manufactured components to increase reproducibility. To reduce complexity, it follows the effective-length leaf spring mechanism that operates under the Euler-Bernoulli beam theory. Results show a stiffness range of 87.68 to 343.07 Nm/rad and tested to withstand 40 Nm without permanent deformation. The SimVSA demonstrates torque and stiffness characteristics within the range of selected VSA architectures while using a simplified combination of commercial and additively manufactured components.

Time 時間：9:15–9:30 11/6/2026

Location 地點：IB302

Paper ID 論文編號：62

剛柔混合欠驅動手指外骨骼之設計與擬剛體動態建模

袁芷妍 [1], 莊俊融 [1,*]

[1] 國立中興大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: jrzhuang@nchu.edu.tw

手指外骨骼可透過外部致動協助手指屈伸，具有手部復健應用潛力。然而，人體關節運動與個體尺寸差異易造成剛性機構與關節運動不匹配，而柔性元件雖可藉由結構變形提升適應性，其非線性大撓度亦增加運動與動力學建模難度。本研究提出一種單一線性致動器驅動之剛柔混合欠驅動手指外骨骼，配置三個板片彈簧，使掌指（MCP）、近端指間（PIP）及遠端指間（DIP）關節協同屈伸，並採用擬剛體模型（Pseudo-Rigid-Body Model, PRBM）描述柔性體變形。針對遠端板片彈簧之非均勻彎曲，本研究比較不同 PRBM 階次配置，並以二階(2-

Revolute)擬剛體模型（2R PRBM）及構型相依虛擬轉角描述其變形，結合閉迴路運動學、幾何參數辨識及 Lagrange 法建立動力學模型。結果顯示，三個板片彈簧採用 1R–1R–2R 配置可使末端軌跡 RMSE 由 3.231 mm 降至 1.804 mm，改善 44.2%。在無外力條件下，於 5 與 13 deg/s 屈曲與伸展實驗中，2R PRBM 相較於 1R PRBM 之扭矩預測 RMSE 改善約 59%–85%，而在持續外力負載之條件下，改善幅度約為 41%～70%，顯示依柔性體變形特性配置適當 PRBM 階次可提升剛柔混合外骨骼之動態預測能力。

Time 時間：9:30–9:45 11/6/2026

Location 地點：IB302

Paper ID 論文編號：113

雙機械手臂協同作業之基底座標校正與末端定位誤差評估研究

周承詳 [1], 蔡欣樺 [1], 李羿慧 [1], 連啓翔 [1,*]

[1] 國立聯合大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: chlien33@nuu.edu.tw

本研究針對雙機械手臂因基底座標系不一致所造成的末端定位誤差，建立接觸式與非接觸式校正流程。接觸式校正利用兩機械手臂末端的校正尖點建立空間對應點，並採用三點幾何法、卡布施演算法（Kabsch algorithm）及主成分分析法（Principal Component Analysis, PCA）估算兩基底座標系間的剛體轉換矩陣。非接觸式校正則將深度相機固定於從動機械手臂法蘭，取得主動機械手臂法蘭的實測點雲，再與名義點雲進行點對點迭代最近點（Point-to-Point ICP）配準。本研究共量測 162 組空間對應點，其中 81 組作為最佳化資料，另外 81 組作為驗證資料。三點幾何法的平均三維歐氏距離誤差為 26.08 mm；28 點 Kabsch 演算法與 17 點 PCA 方法則分別降低至 1.44 mm 與 1.43 mm，改善幅度約為 94.5%。兩種多點方法的平均誤差相近，但 Kabsch 演算法的誤差分布較穩定，而 PCA 較易受點位分布與主軸方向判定影響。深度相機結合 ICP 的平均誤差為 11.34 mm，標準差為 1.74 mm；當名義點雲數量超過 0.1M

後，增加點數對配準精度的改善有限。綜合而言，多點 Kabsch 演算法具有最佳穩定性，而深度相機結合 ICP 則具有非接觸式與自動化量測的優勢。

Time 時間：9:45–10:00 11/6/2026

Location 地點：IB302

Paper ID 論文編號：134

搖擺式平面型從動件盤形凸輪機構之完全動平衡設計

張文桐 [1,*], 林昇翰 [1]

[1] 國立臺灣海洋大學機械與機電工程學系

[*]Corresponding Author: wtchang@mail.ntou.edu.tw

本研究針對搖擺式平面型從動件盤形凸輪機構之完全動平衡設計進行理論上的探討。首先，會基於凸輪輪廓的向量參數方程式以進行與凸輪輪廓相關之幾何與物理性質的計算式推導。然後，會進行該種凸輪機構的動力分析以推導出各機件的力平衡與力矩平衡方程式。接著，會基於推導出的力平衡與力矩平衡方程式衍生出一適用於該種凸輪機構的完全動平衡設計。最後，會藉由數值範例來驗證本研究所提出之完全動平衡設計的具體功效。由數值範例的結果顯示，具有完全動平衡設計的該種凸輪機構在理論上確實可以使機架上所承受的搖撼力與搖撼力矩趨近於零。

BP-2: Best Paper Contest, 最佳論文競賽

Time 時間：10:20-11:50, 11/6/2026

Location 地點：IB302

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:20-10:35	11	非圓形齒輪之通用參數化設計、幾何與傳動性能分析	李芳誼, 徐冠倫
10:35-10:50	23	章動減速機之面齒輪齒面數學模式	王彥閎, 石伊蓓
10:50-11:05	27	Power Skiving-Based Manufacturing and Transmission Performance of Spherical Gear Couplings	Viet-Quang Nguyen, Yu-Ren Wu
11:05-11:20	47	具延展與多曲率功能之超冗餘多連桿機械臂設計	吳秉奕, 李志中
11:20-11:35	76	幾何非線性拓樸最佳化方法於路徑產生撓性足型機構之設計及其機器人之實作	李依蓁, 劉至行
11:35-11:50	111	Miniaturized Design and Implementation of a Dexterous Anthropomorphic Robotic Manipulator for Ophthalmic Surgery	Yu-An Chen, Yu-Hsiu Lee

Time 時間：10:20-10:35 11/6/2026

Location 地點：IB302

Paper ID 論文編號：11

非圓形齒輪之通用參數化設計、幾何與傳動性能分析

李芳誼 [1], 徐冠倫 [1,*]

[1] 國立臺灣大學機械工程系

[*]Corresponding Author: kuanlunhsu@ntu.edu.tw

非圓形齒輪具有變速傳動特性，可應用於非等速運動輸出之機械系統。本研究提出任意共軛節曲線之計算方法，並建立適用於任意平面齒形之通用齒廓參數式，涵蓋齒條刀、共軛齒條

刀、齒輪與共軛齒輪，並推導參數限制式與齒廓全等條件，以兼顧任意齒形描述與傳統創成加工。以橢圓形與卵形齒輪為例呈現完整齒廓，並基於相同參數分析相對曲率、滑動係數、根切、機械誤差與剛性，同時提出創新圓弧齒形。結果顯示，創新齒形於齒頂與齒根具較低之相對曲率與滑動係數；根切與低剛性較易發生於節曲線曲率半徑較小處，且齒廓法向誤差對傳動誤差之影響大於軸距誤差。本研究可作為非圓形齒輪設計、製造與創新齒形開發之基礎。

Time 時間：10:35-10:50 11/6/2026

Location 地點：IB302

Paper ID 論文編號：23

章動減速機之面齒輪齒面數學模式

王彥閎 [1], 石伊蓓 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: shihyipei@mail.ntust.edu.tw

高減速比減速機為機械手臂與精密傳動設備之關鍵元件。本文針對章動面齒輪減速機進行齒面設計與加工方法研究，建立機構配置與減速比公式，並以轉子面齒輪作為假想刀具，推導靜子與輸出面齒輪之共軛齒面數學模式。接著建立成形刀具與四軸加工座標系統，並進行齒面誤差修正及非負載齒面接觸分析。結果顯示，接觸路徑位於齒面內部，轉子與輸出輪主要於相隔五齒之齒位嚙合，並於部分轉動區間轉換至相隔六齒之齒位。VERICUT 模擬顯示，所建立之加工路徑可完成三組面齒輪之齒槽成形，且未出現明顯干涉或異常切削，初步確認所提加工方法之可行性。

Time 時間：10:50-11:05 11/6/2026

Location 地點：IB302

Paper ID 論文編號：27

Power Skiving-Based Manufacturing and Transmission Performance of Spherical Gear Couplings

Viet-Quang Nguyen[1], Yu-Ren Wu[1,*]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Central University

[*]Corresponding Author: yurenwu@ncu.edu.tw

Spherical gear couplings are used to transmit torque between misaligned shafts, but their spatially curved tooth surfaces are difficult to manufacture accurately using conventional gear machining methods. This study investigates CNC power skiving for spherical gear coupling manufacture and develops mathematical models for generating both hub and sleeve tooth surfaces. A modified rack-cutter model is first established to generate the conical skiving cutter and cutting edge. Based on coordinate transformations and CNC machine-axis relationships, power skiving models for the hub and sleeve are then developed. Theoretical tooth surfaces are constructed as target surfaces, and the normal deviation of the generated skived surfaces is evaluated at selected measurement points. To improve tooth surface accuracy, rack-cutter correction coefficients and additional polynomial machine-axis motion coefficients are optimized using the Levenberg–Marquardt (LM) algorithm. Numerical examples are conducted for low- and high-misalignment spherical gear couplings, including uniform grinding allowance, direct skiving without grinding allowance, double-crowned surface generation, and cutter reuse. The results show that the proposed method can generate hub and sleeve tooth surfaces with controlled normal deviation and provides a flexible approach for manufacturing spherical gear couplings by CNC power skiving.

Time 時間：11:05–11:20 11/6/2026

Location 地點：IB302

Paper ID 論文編號：47

具延展與多曲率功能之超冗餘多連桿機械臂設計

吳秉奕 [1], 李志中 [1,*]

[1] 國立臺灣大學機械系

[*]Corresponding Author: jjlee@ntu.edu.tw

針對狹窄且具有多重轉折之操作環境，要求機械臂兼具細長外形、可變工作長度及分段改變彎曲方向之能力。本文提出一種具延展與多曲率功能之繩驅動超冗餘多連桿機械臂。機構採內外雙層架構：內層由固定長度剛性元件串接而成，作為領導者先行形成曲率；外層由具雙穩態連桿之可展開元件組成，作為跟隨者主動對齊並鎖定既有曲率。針對剛性元件串接後之離散彎曲特性，本文建立離散等曲率模型，以直線弦段表示相鄰元件中心線及姿態纜繩路徑，推導纜繩長度、彎曲角、彎曲方向角與末端位置之正、逆向運動學，並以齊次轉換矩陣描述多節段曲率。實驗結果顯示，內層兩組位於名義作動範圍內之末點三維形狀誤差分別占總長度 5.73% 與 4.74%；外層兩元件單曲率末點誤差占總長度 1.55%；形成第二段曲率後之最終末點誤差占內層總長度 6.55%。實驗結果驗證了外層展開與收合、內外層主動彎曲及初步形成兩段不同曲率方向之可行性。

Time 時間：11:20–11:35 11/6/2026

Location 地點：IB302

Paper ID 論文編號：76

幾何非線性拓樸最佳化方法於路徑產生撓性足型機構之設計及其機器人之實作

李依蓁 [1], 劉至行 [1,*]

[1] 國立成功大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: chliu@mail.ncku.edu.tw

撓性足型機器人能透過自身結構變形吸收著地衝擊，提升行走穩定性，可減少零件數與組裝需求。然而現有系統多仰賴複雜的控制架構，大幅增加系統成本。因此本研究旨在利用幾何非線性拓樸最佳化方法，設計一種於單馬達驅動下，僅依靠結構變形即可產生預期行走軌跡之撓性足型機器人。本研究以幾何非線性拓樸最佳化來設計路徑產生撓性足型機構，並將實際行走時之負載條件納入最佳化流程。於實作方面，本研究利用 SOLIDWORKS 進行三維建模，並將剛性與撓性元件分別使用 PLA 與 TPE 材料進行 3D 列印製造，以單一直流馬達搭配皮帶輪進行驅動，成功設計出可行走之撓性足型機器人。本研究以 MATLAB 視覺辨識擷取足型機構之輸出軌跡，並與模擬及目標輸出軌跡進行比較，最後針對機器人的最大負載與多地形行走能力進行測試。結果顯示本研究設計之撓性足型機器人可符合預期行走軌跡，且可負載 1.66 公斤之重物，並具備於人工草地、紅土與磚地地形之行走能力。

Time 時間：11:35–11:50 11/6/2026

Location 地點：IB302

Paper ID 論文編號：111

Miniaturized Design and Implementation of a Dexterous Anthropomorphic Robotic Manipulator for Ophthalmic Surgery

Yu-An Chen[1], Yu-Hsiu Lee[1,*]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University

[*]Corresponding Author: yuhsiulee@ntu.edu.tw

Ophthalmic microsurgery requires accurate and stable manipulation within a confined workspace where physiological hand tremor and low interaction forces challenge unaided manual operation. However, existing ophthalmic surgical robots exhibit important trade-offs, with limitations including bulky mechanisms, mechanically fixed remote centers of motion (RCMs), and manual instrument

exchange. HYPEROPS therefore aims to provide a more comprehensive solution by combining compactness, a dynamically adjustable virtual RCM, and automated instrument exchange within a single platform. This paper presents Hybrid Parallel-Serial Tool Exchange Robot for Ophthalmic Precision Surgery II (HYPEROPS-II), a miniaturized and dexterous ophthalmic surgical manipulator developed from the HYPEROPS-I prototype. HYPEROPS-I achieves six degrees-of-freedom via implementing a hybrid parallel-serial architecture in which a dual five-bar linkage provides the primary dexterous motion and the instrument driver provides insertion. The redesign, while retaining the hybrid architecture, targets practical limitations identified in the first generation: passive joint play, transmission backlash, structural deflection, a bulky distal assembly, and unreliable tool exchange. Key improvements include miniature worm reducers that provide passive self-locking and load isolation and a piezoelectric linear stage that eliminates backlash associated with the previous lead screw drive. An automated quick-coupling/collet mechanism is introduced for instrument exchange, and the Cartesian base is redesigned around a wedge-lift stage for increased rigidity. Kinematic and Jacobian-based sensitivity analysis, finite-element analysis, and experimental validation are used to evaluate the design. The fabricated manipulator measures 234 × 140 × 150 mm^3 and weighs 1.2 kg. FEA predicts stiffness substantially above the 12 N/mm design requirement, with first-mode frequency at 204 Hz. Experimental vRCM tests show a maximum position migration of 0.412 mm, while five instrument-exchange cycles average 24.83 s, a 54.1% reduction from HYPEROPS-I. The results demonstrate a compact platform with improved mechanical robustness and operational repeatability, while also identifying remaining limitations for full teleoperation and clinical translation.

I01: Conceptual Design of Mechanisms and Machines, 機構與機器概念設計

Chair: Yen-Hua Lin

議程主持人: 林彥樺

Time 時間：9:00-10:30, 11/7/2026

Location 地點：IB305

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
9:00-9:15	1	Variable-Payload Linear Gravity Compensation Using a Spiral Pulley with an Adjustable-Pivot Lever	Chun-Che Lin, Vu Linh Nguyen, Po Ting Lin
9:15-9:30	7	Synthesis of Five-Bar Revolute/Spherical Spatial Linkage Mechanisms Using Genetic Algorithm (GA) and Levenberg-Marquardt (LM) Method	Mohd Azim, Yi-Han Chen, Po Ting Lin
9:30-9:45	13	Quasi-Serial Reference Transfer Gravity Compensation for Energy Efficient Multi-DOF Robotic Manipulators	Addisu Kidanemariam Tadese, Vu Linh Nguyen, Po Ting Lin
9:45-10:00	57	Design and Analysis of A Curved-Beam Compliant Gripper with Nearly Constant Grasping Force for Objects of Various Size	Duy Binh Pham, Shyh-Chour Huang
10:00-10:15	96	Development of a Single-Actuator Underactuated Robotic Finger with Magnetic Differential Mechanisms	Ke-Yu Chen, Chen-Ting Wen
10:15-10:30	119	A Friction-Driven Thermoelectric Response Mechanism for In-Situ Tool Wear Monitoring in Metal Cutting	Ziliang Zhang, Yucheng Lin, Chunliang Kuo

Time 時間：9:00–9:15 11/6/2026
Location 地點：IB305
Paper ID 論文編號：1

Variable-Payload Linear Gravity Compensation Using a Spiral Pulley with an Adjustable-Pivot Lever

Chun-Che Lin[1], Vu Linh Nguyen[2], Po Ting Lin[1,*]
[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan
[2]Mechanical Engineering Program, College of Engineering and Computer Science, VinUniversity, Hanoi, Vietnam
[*]Corresponding Author: potinglin@mail.ntust.edu.tw

Passive gravity compensation can reduce actuator load and energy consumption in vertical motion systems, but many spiral pulley compensators are designed for a single fixed payload. Once the payload changes, the designed pulley profile no longer matches the required force–displacement behavior, limiting its use in mechanisms with interchangeable tools or variable carried loads. This paper presents a variable-payload linear gravity compensation mechanism that combines a spiral pulley with an adjustable-pivot lever. The spiral pulley is used as the force-shaping element, while pivot adjustment changes the force and displacement transmission ratios between the pulley side and the spring side. As a result, a single fixed pulley profile can be used for different payload conditions without replacing or redesigning the pulley. A static-equilibrium model was developed to derive the single-load spiral pulley profile and extend it to variable-payload operation through lever-ratio adjustment. The model also considered the cable force component caused by lever inclination to better represent practical force transmission. A prototype was fabricated using a 3D-printed spiral pulley assembly, an extension spring, a stepper-motor-driven adjustable pivot, a ball screw, a linear guide, and a load cell for payload detection and force measurement. After payload measurement, the system automatically adjusted the pivot position according to the derived compensation relationship. Simulation results showed a theoretical compensation range of 0.40–2.85 kg. Using an approximate closed-form solution based on the design-payload geometric transmission factor, the simulated compensation ratio remained above 98.87% over the full theoretical range. Prototype tests were conducted under static, constant-velocity dynamic, and with-load conditions. Due to the strength

limitation of the PLA prototype, the demonstrated operating range was 0.4–1.5 kg. Within this range, measured compensation ratios were approximately 92.4–97.5%, and the compensation performance did not significantly decline as payload changed. These results indicate that combining a spiral pulley with an adjustable-pivot lever is a feasible approach for variable-payload gravity compensation in vertical linear motion mechanisms.

Time 時間：9:15–9:30 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：7

Synthesis of Five-Bar Revolute/Spherical Spatial Linkage Mechanisms Using Genetic Algorithm (GA) and Levenberg-Marquardt (LM) Method

Mohd Azim[1], Yi-Han Chen[1], Po Ting Lin[1,*]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology

[*]Corresponding Author: potinglin@mail.ntust.edu.tw

Spatial linkage mechanisms provide an effective means of generating complex three-dimensional motions using a small number of actuators; however, their synthesis remains substantially more difficult than that of planar mechanisms because the mechanism topology, joint types, spatial geometry, and nonlinear loop-closure conditions must be considered simultaneously. In this paper, an automated framework for the simultaneous type and dimensional synthesis of single-degree-of-freedom five-bar spatial linkage mechanisms using a Genetic Algorithm (GA) combined with Levenberg-Marquardt (LM) local refinement was presented. The mechanisms are constructed from revolute (R) and spherical (S) joints, while their connectivity, joint-type arrangement, and three-dimensional joint positions and orientations are treated as design variables. Candidate mechanisms are represented using a mixed discrete-continuous chromosome and screened according to connectivity, topology, and the Chebychev-Grübler-Kutzbach mobility criterion before kinematic evaluation. For each feasible design, an exact loop-closure analysis based on body-attached Rodrigues transformations and numerical continuation is performed over a complete input-crank

revolution. A trajectory-based fitness function evaluates the normalized tracking error while penalizing incomplete assembly and discontinuous motion. The GA first performs global exploration of the mixed design space, after which LM optimization refines the continuous joint poses while preserving the mechanism topology identified by the evolutionary search. Several simulation results demonstrate that the developed framework provides a systematic approach for automatically generating spatial linkage mechanisms directly from prescribed three-dimensional trajectories and offers a foundation for automated mechanism design in robotics, rehabilitation systems, and specialized motion-generation devices.

Time 時間：9:30–9:45 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：13

Quasi-Serial Reference Transfer Gravity Compensation for Energy Efficient Multi-DOF Robotic Manipulators

Addisu Kidanemariam Tadese[1], Vu Linh Nguyen[2], Po Ting Lin[1,*]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan

[2]College of Engineering and Computer Science, Center for AI Research, VinUniversity, Hanoi, Vietnam

[*]Corresponding Author: potinglin@mail.ntust.edu.tw

This study presents and evaluates a quasi-serial reference transfer approach for improving gravity compensation and reducing actuator demand in multi degree of freedom robotic manipulators. In conventional serial manipulators, the absolute orientation of each link depends on the cumulative motion of the preceding joints. Consequently, a gravity-compensation mechanism driven only by the local joint angle can develop a phase mismatch between the gravitational torque and spring generated compensation torque when the manipulator moves away from a selected reference posture. To overcome this limitation, a quasi-serial architecture employing a bevel gear reference transfer mechanism is introduced to transmit the fixed base reference to each gravity compensation modules, enabling each joint to be compensated according to its absolute link orientation rather than cumulative

relative joint angles. Analytical dynamic models for both the conventional serial and quasi-serial configurations are developed using the Euler–Lagrange formulation to determine joint torque, actuator power, electrical energy, and actuator current demand. The models account for link and payload inertia, gearbox and variable-transmission inertia, gravitational and spring potential energies, motor copper loss, and drive efficiency. A four degree of freedom pick-and-place manipulator carrying payloads of 10, 12.5, and 15 kg is evaluated using piecewise quintic motion trajectories. The analytical results are further assessed using MATLAB/Simscape multibody dynamic simulations under identical motion and payload conditions. Performance is quantified from the reduction in absolute areas of the uncompensated and compensated torque, power, energy, and current responses. The quasi-serial configuration demonstrates consistently superior performance, achieving an average analytical torque reduction efficiency of 90.58%, compared with 69.5% for the conventional serial configuration. The Corresponding average simulated efficiencies are 90.15% and 69.3%, respectively. In addition, the quasi-serial configuration achieves an average analytical power reduction efficiency of 95% and an average energy reduction efficiency of 98%, with the simulated results exhibiting closely matching trends. The comparison also shows that the improvement is maintained across shoulder, elbow, and wrist joints of the manipulator, indicating that the method is not restricted to a single stage. These results demonstrate that transferring the fixed reference to the local gravity-compensation modules improves balancing over the manipulator workspace and substantially reduces the torque and electrical demand of the actuators. The close agreement between analytical and multibody results supports the validity of the proposed dynamic formulation and confirms the effectiveness of the quasi-serial reference transfer strategy for energy efficient manipulation under variable payload conditions.

Time 時間：9:45–10:00 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：57

Design and Analysis of A Curved-Beam Compliant Gripper with Nearly Constant Grasping Force for Objects of Various Size

Duy Binh Pham[1], Shyh-Chour Huang[1,*]
[1]Department of Mechanical Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology
[*]Corresponding Author: shuang@nkust.edu.tw

This study introduces a new design for a compliant gripper capable of delivering a constant gripping force across a range of object sizes. Over recent decades, compliant grippers with constant output forces have garnered significant attention in both research and industry due to their efficacy in delicate applications, such as robotic manipulation of soft objects (e.g., fruits, food items) where avoiding damage or deformation is critical. Despite advancements in this area, achieving an immediately constant gripping force for robotic handling remains a formidable challenge. Existing studies have predominantly focused on either ensuring a constant output force or handling objects of varying sizes, leaving the integration of these two features underexplored. Addressing this research gap, we propose a novel compliant gripper design that achieves a constant output force while accommodating objects of varying sizes. This capability is realized through a carefully engineered combination of three key components: a developed constant-force module, a bistable mechanism based on a double-curved beam, and a preloading module. The proposed gripper features two active fingers driven by a linear guide rail, enabling seamless integration into robotic arms for applications such as fruit harvesting, food processing, and goods classification in industrial settings. The design and development process begins with theoretical investigations of the gripper's components behavior under external loading, and verified with Finite Element Analysis (FEA) and experimental tests. The proposed design and strategy offer valuable insights and practical solutions for researchers and engineers in the field of robotic grippers. By achieving an instantly constant gripping force across varying object sizes, this gripper represents a significant advancement in robotic manipulation.

Time 時間：10:00-10:15 11/6/2026
Location 地點：IB305
Paper ID 論文編號：96

Development of a Single-Actuator Underactuated Robotic Finger with Magnetic Differential Mechanisms

Ke-Yu Chen[1], Chen-Ting Wen[1,*]
[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology
[*]Corresponding Author: chen.t.wen@mail.ntust.edu.tw

This study presents the design and preliminary validation of a universal underactuated robotic finger capable of both enveloping grasping and precision pinching with a single motor. The mechanism combines a polyurethane (PU) drive shaft, three polylactic acid (PLA) rollers of different radii, a first-layer four-bar linkage, two downstream parallelogram linkages, and three independent magnetic differential units. The roller radii distribute speed and theoretical torque capacity among the three phalanges before contact. After a phalanx encounters an obstacle, its magnetic limiter can release when the reflected load exceeds the holding torque, allowing the remaining phalanges to continue closing and conform to the object. A planar model was developed to describe linkage kinematics, friction transmission, contact detection, and object motion. A parameter sweep covering object masses from 30 to 300 g and 30 initial positions was then used to compare candidate roller dimensions with an anti-ejection criterion. The selected configuration showed a lower outward-pushing tendency under the model assumptions. A 3D-printed prototype was subsequently evaluated in sliding-object grasping, fixed-object adaptation, and pinching tests. The experiments confirmed the intended motion sequence and qualitatively demonstrated magnetic release and continued motion of unblocked phalanges. The results indicate that the proposed architecture can support multiple grasping modes with low control complexity and passive adaptability. However, the present experiments provide functional rather than quantitative validation. Measurements of PU-PLA friction, output torque, magnetic holding torque, and repeatability are still required to calibrate the model and assess full multi-finger grasp stability.

Time 時間：10:15–10:30 11/6/2026
Location 地點：IB305
Paper ID 論文編號：119

A Friction-Driven Thermoelectric Response Mechanism for In-Situ Tool Wear Monitoring in Metal Cutting

Ziliang Zhang[1], Yucheng Lin[1], Chunliang Kuo[1,*]
[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology
[*]Corresponding Author: chunliang.kuo@mail.ntust.edu.tw

This study develops a friction-driven thermoelectric response mechanism that can be integrated into CNC machine tools for monitoring tool wear during cutting processes. This measurement system utilizes the thermoelectric circuit when the cutting tool engages the workpiece, in which the high temperature at the tool-workpiece interface differentiates the low temperature at the tool shank whereby the temperature variation generates the Seebeck effect. As tool wear progressively increases, the Corresponding contact area between the tool and the workpiece increases, resulting in the increases of friction and cutting temperature, which subsequently correlates with the Seebeck coefficient. Therefore, by measuring the variations in Seebeck voltage differences, the thermally-induced tool wear can be reflected, thereby enabling the monitoring and prediction of in-situ tool wear over the observed cutting durations. The designed and developed mechanism mainly consists of a cutting tool to demonstrate the block-on-ring rotating pair, a thermoelectric measurement circuit for acquiring electrical signals, and a targeted workpiece to be machined. In the friction-test configuration, a copper electrode serves as both the stationary friction component and the hot junction, while a tungsten carbide shaft acts as the rotating part where a bearing electrode is arranged as the cold junction. The temperature difference between cold and hot junctions delivered the Corresponding signals for calibrations of the initial value for the Seebeck coefficient. In the practical cutting actions, the cutting edges of the cutting tool engaging the uncut region produces heat through shearing and ploughing actions, which defines the hot junction, whilst the rotationally sliding pair of the block-on-ring mechanism remains at a constantly low temperature of the cold junction. When tool wear regions are progressively extended and recorded, the Seebeck voltage difference against the observed cutting distance are correlated. Moreover, elemental analysis of the tool wear regions

identifies characteristics associated with tool wear patterns of diffusion and adhesion wear. In the validation experiment, the in situ tool wear monitoring based on the thermoelectric signals is confirmed and reported.

I02: Automation Control of Mechanisms and Machines, 機構與機器自動化控制

Chair: Ming-Li Chiang

議程主持人: 江明理

Time 時間：9:00-10:15, 11/7/2026

Location 地點：IB306

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
9:00-9:15	9	Orientation-Constrained Collision-Free Motion Planning for In-Container Carton Stacking Using Batch Informed Trees (BIT*) and Particle Swarm Optimization (PSO)	Chia Lan Liu, Sheng-Cheng Wu, Po Ting Lin, Chyi-Yeu Lin
9:15-9:30	10	Dynamic-Stability-Aware Robotic Palletizing Using Hybrid Optimization and a Graph-Network Surrogate Physics Model	Jiong-Wei Lin, Ching-Fa Wu, Po Ting Lin, Chyi-Yeu Lin
9:30-9:45	14	Point-Cloud-Based Robotic Trajectory Planning for Automated Adhesive Spraying on Shoe Soles	Li-Cih Siao, Chang-Yi Lin, Chyi-Yeu Lin, Po Ting Lin
9:45-10:00	72	Curvature-Assisted Safety Planning for Large Vehicles Using Model Predictive Control	Hsiang-Yu Wen, Ming-Li Chiang
10:00-10:15	83	Multi-Robot Formation Transformation Using Task-Allocation Strategies	Ching-Wei Chuang, Chih-Hsiang Chiu

Time 時間：9:00–9:15 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：9

Orientation-Constrained Collision-Free Motion Planning for In-Container Carton Stacking

Using Batch Informed Trees (BIT*) and Particle Swarm Optimization (PSO)

Chia Lan Liu[1], Sheng-Cheng Wu[1], Po Ting Lin[1,*], Chyi-Yeu Lin[1]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology

[*]Corresponding Author: potinglin@mail.ntust.edu.tw

Automated carton stacking inside containers requires a robotic manipulator to operate in a confined and continuously changing environment while maintaining appropriate carton orientation during transportation. This study presents an orientation-constrained collision-free motion-planning method for an in-container carton-stacking system. Batch Informed Trees (BIT*) is employed to search for collision-free paths in the six-dimensional joint configuration space of an industrial manipulator. During carton transportation, maintaining the carton approximately horizontal is required to reduce excessive tilting that may affect vacuum-gripper stability or cause undesirable motion of the carton contents. However, direct random sampling in joint space can generate a large number of configurations that violate the required end-effector orientation. To improve the generation of orientation-compliant candidate configurations, Particle Swarm Optimization (PSO) is incorporated into the BIT* sampling procedure. PSO minimizes the angular deviation between a specified end-effector tool axis and the vertical reference direction. The resulting configurations are subsequently evaluated using Constraint Filtering (CF), joint-limit checking, and collision detection before being introduced into the BIT* search process. For comparison, four planning schemes were investigated: original BIT*, BIT* with CF, BIT* with CF and PSO, and BIT* with CF and Damped Least Squares (DLS). The planning environment includes the manipulator, vacuum gripper, transported carton, container boundaries, and previously stacked cartons, and is continuously updated as the stacking process proceeds. Six continuous carton-stacking simulation cases were established, resulting in 276 carton-transport motion-planning tasks. The original BIT*, BIT*+CF+PSO, and BIT*+CF+DLS methods successfully completed all 276 tasks, whereas BIT*+CF completed 273 tasks. Among the 273 tasks successfully solved by all four methods, BIT*+CF+PSO achieved an average candidate orientation acceptance rate of 88.65%, an average successful planning time of 0.741 s, a mean time of 0.151 s to obtain the first feasible path, and an average joint-space path length of 5.432 rad. Based on its balanced performance in candidate generation and motion-planning efficiency, BIT*+CF+PSO was selected for system integration. Physical experiments further demonstrated continuous perception, picking, collision-free carton transportation, placement, and return motions for two 54-

carton stacking cases, confirming the feasibility of the proposed approach for robotic carton stacking in confined environments.

Time 時間：9:15–9:30 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：10

Dynamic-Stability-Aware Robotic Palletizing Using Hybrid Optimization and a Graph-Network Surrogate Physics Model

Jiong-Wei Lin[1], Ching-Fa Wu[1], Po Ting Lin[1,*], Chyi-Yeu Lin[1]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology

[*]Corresponding Author: potinglin@mail.ntust.edu.tw

Automated palletizing of heterogeneous cartons requires simultaneous consideration of space utilization, geometric feasibility, and stack stability under transportation-induced disturbances. Direct integration of high-fidelity physics simulation into online placement optimization, however, introduces substantial computational cost. This study presents a dynamic-stability-aware robotic palletizing framework that combines hybrid global-local optimization with a graph-network-based surrogate physics model. For each incoming carton, a Time-of-Flight depth camera and RANSAC-based plane fitting are used to estimate carton geometry, after which the placement position and orthogonal orientation are determined through a two-stage optimization procedure. Differential Evolution (DE) first performs global exploration, and an augmented-Lagrangian BFGS method subsequently refines the continuous placement coordinates while satisfying pallet-boundary and collision constraints. The objective function jointly considers predicted dynamic stability, bottom contact area, edge alignment, spatial compactness, and stacking height. To reduce the cost of repeatedly evaluating dynamic responses during optimization, a Graph Network-based Simulator (GNS) is trained as a surrogate for MuJoCo physics simulation. The stacking configuration is represented as a graph in which cartons are nodes and supporting or neighboring relationships are encoded as edges. An incremental graph-building mechanism further avoids reconstructing the

complete graph for every candidate placement. The surrogate predicts the translational and rotational responses of cartons under sinusoidal disturbances and provides stability feedback directly to the optimization loop. Final stack configurations are independently evaluated in MuJoCo using multi-directional horizontal acceleration pulses inspired by EUMOS 40509. Across 50 randomized palletizing trials, the proposed optimization framework achieved an average space utilization of 60.32% and an average bottom support rate of 88.77%. The hybrid DE+BFGS strategy also outperformed single-start and multi-start local optimization in the reported comparisons. Replacing MuJoCo evaluations with the GNS surrogate reduced the average computation time for a complete palletizing plan from approximately 392 s to 25 s, Corresponding to a 15.8-fold speedup. At the carton level, the GNS-guided and MuJoCo-guided configurations achieved mean survival rates of 95.83% and 97.38%, respectively, although a larger difference remained at the full-pallet stability level. Physical experiments with a six-axis industrial manipulator further demonstrated the executability of the optimized stacking decisions. These results show that learned surrogate physics can substantially accelerate stability-aware robotic palletizing while retaining useful dynamic information for online placement optimization.

Time 時間：9:30–9:45 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：14

Point-Cloud-Based Robotic Trajectory Planning for Automated Adhesive Spraying on Shoe Soles

Li-Cih Siao[1], Chang-Yi Lin[1], Chyi-Yeu Lin[1], Po Ting Lin[1,*]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology

[*]Corresponding Author: potinglin@mail.ntust.edu.tw

Automating adhesive spraying on shoe soles is challenging because sole geometry varies substantially across shoe styles and sizes. Differences in outer contour, sidewall height, waist curvature, and local groove patterns make fixed templates and manual robot teaching inefficient for flexible manufacturing. To address this issue, this study proposed a generalized robotic trajectory generation

framework based on three-dimensional point cloud analysis for automated adhesive spraying on shoe soles. First, multi-view structured-light scanning and point cloud registration were used to reconstruct complete 3D models of shoe soles. To improve data quality and computational efficiency, the acquired point clouds were processed through curvature-based denoising, region-growing filtering, tensor-voting filtering, and voxel downsampling. Since deep grooves on the sole surface may cause undesirable tool motion and unstable spraying trajectories, groove regions were identified using an analysis of geometric properties of neighborhoods (AGPN)-based approach, removed from the original point cloud, and reconstructed using surrounding valid surface points. The effective spraying boundary was then extracted through boundary detection and annular slicing. Based on the processed point cloud, two trajectory generation strategies were developed: a contour-parallel strategy and a zigzag strategy. The contour-parallel strategy generated inward offset paths from the effective boundary and further handled self-intersection, path reconstruction, and uncovered-region compensation. The zigzag strategy generated continuous sweeping paths by parallel slicing of the valid spraying region. To support robotic execution, surface normals were used to define tool orientation, and additional orientation correction, smoothing, and spraying-distance compensation were introduced to obtain executable robot trajectories. The final paths were transformed into the robot coordinate system through point-cloud registration and hand-eye calibration, and were verified through RoboDK simulation and physical robot pen-tracing experiments. Experiments on four shoe sole samples with different geometric characteristics showed that both strategies achieved high coverage performance. With an effective spraying radius of 15 mm, the average coverage rates reached 99.55% for the contour-parallel strategy and 99.17% for the zigzag strategy, while the contour-parallel strategy generally yielded shorter path lengths. These results demonstrate that the proposed framework can automatically generate executable robot trajectories for adhesive spraying on different shoe sole geometries without redesigning shoe-specific path rules, thereby providing a practical basis for flexible footwear manufacturing automation.

Time 時間：9:45–10:00 11/6/2026
Location 地點：IB306
Paper ID 論文編號：72

Curvature-Assisted Safety Planning for Large Vehicles Using Model Predictive Control

Hsiang-Yu Wen[1], Ming-Li Chiang[2,*]
[1]Department of Electrical Engineering, National Taiwan Ocean University
[2]Department of Biomechatronics Engineering, National Taiwan University
[*]Corresponding Author: mingli@ntu.edu.tw

This study proposes a curvature-assisted safety planning framework for tractor-trailers using NMPC. Road curvature preview is used to adjust safe speed and evaluate road-boundary risk. Auxiliary path planning is applied when road space is insufficient, improving tracking stability, articulation behavior, and high-curvature road safety. Tractor-trailers are widely used in logistics and heavy transportation. However, their long vehicle bodies and articulated structures make their motion more complex than that of conventional vehicles. When traveling on sharp curves, ramps, roundabouts, or S-shaped roads, tractor-trailers may experience off-tracking, trailer swing, rapid articulation-angle variation, and increased risk of exceeding road boundaries. These problems become more significant as road curvature increases. The proposed framework uses upcoming road information and the current vehicle state to evaluate whether the tractor-trailer can safely pass through a curved road. Based on the evaluation result, the system adjusts the vehicle speed or performs additional path planning. The overall procedure of the proposed curvature-assisted safety planning framework is designed and the proposed framework integrates curvature preview, transversality analysis, speed planning, and path adjustment to improve tractor-trailer safety on high-curvature roads. By adapting both speed and path according to upcoming road conditions, the method enhances vehicle stability, smoothness, and road-boundary safety.

Time 時間：10:00-10:15 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：83

Multi-Robot Formation Transformation Using Task-Allocation Strategies

Ching-Wei Chuang[1,*], Chih-Hsiang Chiu[1]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology

[*]Corresponding Author: cwchuang@mail.ntust.edu.tw

In this research, we introduce a decentralized architecture that combines a Bayesian Network and the Hungarian algorithm to address multi-robot formation transformation. Multi-robot formation control faces challenges in handling heterogeneous robot capabilities and assigning appropriate formation positions when the formation needs to be transformed. In this study, we propose a task-allocation method for multi-robot formation transformation that considers the capabilities of individual robots. Unlike conventional approaches, our method combines a Bayesian Network with the Hungarian algorithm to evaluate multiple factors and assign each robot to a suitable formation position. The Bayesian Network is used to estimate the suitability of each robot for a specific formation position based on the success probability of each task, while the Hungarian algorithm determines the overall assignment that maximizes the global success probability of robot-position pairs. In the proposed system, an auctioneer collects probability information from all robots and performs the task-allocation process to determine the appropriate formation position for each robot. To improve system resilience, the auctioneer is randomly selected from the participating robots rather than being permanently assigned to a single robot. This mechanism reduces the risk of a single point of failure and enhances the robustness of the formation transformation process. Our simulation demonstrates the scalability and practical feasibility of the proposed approach in a heterogeneous multi-robot system. As shown in Figure 2, where colors indicate the heterogeneous capabilities of the robots, agents with poor positioning accuracy are marked in red and assigned to target positions closer to their initial locations, thereby reducing travel time and cumulative localization errors.

I03: Intelligent Machinery and Smart Manufacturing, 智慧機械及智慧製造

Chair: Shu-Hao Liang

議程主持人: 梁書豪

Time 時間：8:30-10:00, 11/6/2026

Location 地點：IB505

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
8:30-8:45	3	Structural Intelligence for Sustainable Manufacturing: Integrating Multi-Physics, AI, and ESG in CNC Machine Tools	Aman Ullah, Tzu-Chi Chan, Shinn-Liang Chang
8:45-9:00	58	Analysis of Multi-Start Screw Configurations for Screw-Propelled Vehicles: Geometry, Terrain Interaction, and Speed	Yu-Cheng Chang, Marnel Patrick Junior Altius, Shu-Hao Liang
9:00-9:15	82	Automated Recognition and Pick-and-Place System for Injection-Molded Parts Integrating Edge Vision and a Robotic Arm	Chi-Yun Liu, Chia-Hao Chang, Kun-Cheng Ke, Shih-Chih Nian
9:15-9:30	95	Cutting Speed Estimation using Process Parameters and Online Features in WEDM	Bernard Huang, Jhan-Yu Li, Meng-Kun Liu
9:30-9:45	108	An AI-Driven Framework for Quality Prediction and Process Parameter Inference in Injection Molding	Yun-Yi Tsai, Kuan-You Huang, Heng Chen, Kun-Cheng Ke
9:45-10:00	121	Deep Learning-Based Reconstruction and Analysis of Photoelastic Fringe Patterns	Yuan-Hsi Chu, Yun-Ting Tuan, Pei-Ti Teng, Shih-Chih Nian, Kun-Cheng Ke

Time 時間：8:30–8:45 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：3

Structural Intelligence for Sustainable Manufacturing: Integrating Multi-Physics, AI, and ESG in CNC Machine Tools

Aman Ullah[1], Tzu-Chi Chan[2,*], Shinn-Liang Chang[1]

[1]Department of Power Mechanical Engineering, National Formosa University

[2]Department of Mechanical and Computer-Aided Engineering, National Formosa University

[*]Corresponding Author: tcchan@nfu.edu.tw

Sustainable machine-tool design requires simultaneous control of structural mass, energy demand, thermal drift, and position-dependent dynamic stability. In this investigation structural intelligence, defined as the integration of experimentally validated structural, thermal, dynamic, and data-driven models for ESG-oriented machine-tool design and operation. The approach integrates results from three industrial CNC platforms: the UG630 five-axis machining center, the Vcenter-305 vertical machining center, and the LG1370 vertical machining center. The machine-specific datasets were previously reported in [1-3]; the present contribution is their cross-platform synthesis within a unified, traceable engineering framework. Finite-element models were validated through impact-hammer experimental modal analysis, modal assurance criterion evaluation, static-stiffness testing, and instrumented thermal measurements. Maximum numerical experimental modal deviations were 6.7% for the UG630, 9.7% for the Vcenter-305, and 5.12% for the LG1370. Correlated LG1370 modes achieved diagonal MAC values above 0.98. These validation bounds established the model fidelity required for optimization, thermal analysis, spatial modal characterization, and neural-network training. For the UG630 spindle structure, shape and lattice optimization reduced motion-related energy demand by 49.17% and 64.24%, respectively [1]. For the LG1370, optimization of the spindle head, worktable, and saddle produced an aggregate mass reduction of 9.3%, equivalent to approximately 111 kg of cast iron per machine, while selected natural frequencies increased by up to 14% . Thermal behavior of the LG1370 was evaluated at 5,000 and 10,000 rpm using coupled thermal-structural simulation, temperature sensing, and noncontact displacement measurement. Numerical-experimental deviations remained between 1.53% and 5.62%, supporting the use of the

validated model for tool-center-point thermal-drift prediction and compensation. Workspace-dependent dynamics of the Vcenter-305 were characterized at 27 positions distributed across three working planes. The first natural frequency remained within approximately 49-53 Hz, whereas higher-order modes varied by up to 36.1 Hz, confirming that machine-tool dynamics are spatially dependent. Mode-wise coefficients of determination exceeded 0.99, enabling rapid prediction of local resonance conditions without repeated finite-element simulations or impact tests. The integrated analysis links these engineering outcomes to seven ESG-oriented indicators covering material efficiency, energy reduction, deformation control, machining accuracy, operational reliability, standards-based validation, and evidence traceability. Structural light weighting and reduced motion energy support environmental performance; thermal and modal control improve process reliability and reduce the risk of scrap, rework, and resonance-related failure; and experimentally bounded models provide transparent governance evidence. The results demonstrate that sustainable CNC performance emerges from the coordinated interaction of validated physics, multiscale structural design, workspace-aware dynamics, and AI-based prediction.

Time 時間：8:45–9:00 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：58

Analysis of Multi-Start Screw Configurations for Screw-Propelled Vehicles: Geometry, Terrain Interaction, and Speed

Yu-Cheng Chang[1], Marnel Patrick Junior Altius[1], Shu-Hao Liang[1,*]

[1]Graduate Institute of Intelligent Manufacturing Technology, National Taiwan University of Science and Technology

[*]Corresponding Author: shuhaoliang@mail.ntust.edu.tw

Screw-propelled vehicles are well suited to terrains such as mud and fine-grained soils. However, when the lead and the number of helix starts are varied simultaneously, it is difficult to isolate the effect of the geometric configuration on vehicle speed. This study takes a twin counter-rotating screw vehicle as the reference case and holds the outer diameter, lead, rotational speed, and vehicle mass

constant. A simplified model is developed that incorporates the nominal blade area, a geometric embedment ratio, Janosi–Hanamoto shear, Bekker compaction, and interface friction, and it is used to analyze the steady-state speed of single- to four-start screws with cohesive soil parameters reported in the literature. Solving the model equations directly, in the nominal-area scenario the slip ratio decreases from 2.06% to 0.46% and the speed increases from 0.2487 to 0.2528 m/s (a gain of 1.6%). With a geometric embedment ratio of 0.179, the slip ratio decreases from 34.74% to 3.09% and the speed increases from 0.1658 to 0.2461 m/s (a gain of 48.5%). Sensitivity analysis identifies the effective area coefficient, the shear accumulation length, and the shear deformation modulus as the key assumptions.. Because the thrust model assumes that the effective contact area is proportional to the number of starts, these monotonic gains are model predictions under specific assumptions and cannot replace field traction and soil tests. In future work, a screw-propelled robot will be built, its actual performance will be measured, and the results will be compared with the simulations presented in this paper.

Time 時間：9:00–9:15 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：82

Automated Recognition and Pick-and-Place System for Injection-Molded Parts Integrating Edge Vision and a Robotic Arm

Chi-Yun Liu[1], Chia-Hao Chang[1], Kun-Cheng Ke[1,*], Shih-Chih Nian[2]

[1]Department of Mechatronic Engineering, National Taiwan Normal University

[2]Department of Power Mechanical Engineering, National Taitung Junior College

[*]Corresponding Author: kcke@ntnu.edu.tw

This study develops an automated recognition and pick-and-place system for injection-molded parts by integrating depth vision, edge computing, instance segmentation, three-dimensional localization, and robotic-arm control. The system is designed to reduce manual handling and to provide the contour, position, orientation, and depth information required for reliable manipulation of asymmetric plastic parts. A depth camera (Gemini 336L, ORBBEC) acquires color and depth data, while an edge

computing platform (ZCU104, AMD, USA) coordinates the vision pipeline and an AI accelerator (KL720, Kneron, Taiwan) executes a YOLOv8n-seg model. The model classifies each part into the Product or Flipped Product and extracts an instance mask for contour analysis, grasp-point localization, and principal-direction estimation. The original dataset contains 100 images and is expanded to 6,000 images using rotation and exposure augmentation, with an 80:20 split for training and validation. After model conversion for edge deployment, segmentation quality is evaluated using the Mask IoU, with 0.85 selected as the contour-acceptance threshold. The image coordinates and depth information are used to determine the three-dimensional position of each part, which is then transformed from the camera coordinate system to the base coordinate system of a robotic arm (Lite 6, UFACTORY), enabling direct execution of grasping and placement at different positions and orientations. In a test using 800 randomly selected validation images, Product/Flipped Product classification achieved precision, recall, and F1-score values of 1.00. The converted model achieved a mean Mask IoU of 0.904. The contour completeness rates were 95.34% for Product and 95.63% for Flipped Product, resulting in an overall completeness rate of 95.50% under the Mask IoU ≥0.85 criterion. These results demonstrate that edge-side visual recognition can provide reliable perception and positioning information for robotic pick-and-place operations of injection-molded components.

Time 時間：9:15–9:30 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：95

Cutting Speed Estimation using Process Parameters and Online Features in WEDM

Bernard Huang[1,*], Jhan-Yu Li[1], Meng-Kun Liu[1]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology

[*]Corresponding Author: M11403410@ntust.edu.tw

Previous data-driven studies on wire electrical discharge machining (WEDM) have predominantly relied on preset machining parameters for process modeling. However, real-time discharge gap dynamics vary during machining, rendering parameter-only models insufficient for capturing actual

gap states and leading to reduced prediction accuracy. To overcome this limitation, this study proposes a hybrid data-driven framework that integrates preset machining parameters with real-time discharge features extracted online from gap voltage and current signals. To evaluate model generalization under dynamic gap states, experimental validation was conducted by varying the flushing water flow rate (WL), including unseen WL conditions omitted during training. Feature selection identified servo voltage (SV) alongside four key online discharge features—current signal standard deviation (σ), current skewness (S), pulse-off time proportion (Poff), and total discharge energy (Etotal)—as optimal model inputs. Comparative evaluation across linear regression (LR), artificial neural network (ANN), support vector regression (SVR), and gradient boosting regression tree (GBRT) algorithms demonstrated that incorporating online discharge features significantly preserves cutting-speed prediction accuracy under unseen gap conditions, whereas parameter-only models suffered noticeable degradation. LR and SVR achieved the highest testing R values. Owing to its superior interpretability and structural simplicity, LR was selected as the primary estimation model. The proposed framework establishes a robust foundation for real-time WEDM cutting-speed estimation, virtual environment development, and intelligent closed-loop control systems.

Time 時間：9:30–9:45 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：108

An AI-Driven Framework for Quality Prediction and Process Parameter Inference in Injection Molding

Yun-Yi Tsai[1], Kuan-You Huang[1], Heng Chen[1], Kun-Cheng Ke[1,*]

[1]Department of Mechatronic Engineering, National Taiwan Normal University

[*]Corresponding Author: kcke@ntnu.edu.tw

Plastic injection molding relies heavily on trial-and-error parameter setting by experienced engineers, leading to prolonged mold trials, material waste, high costs, and inconsistent product quality. Although modern machines record dynamic in-mold pressure signals, these data are rarely utilized for direct parameter control. To address this inefficiency, this study proposes a dual-pathway artificial

intelligence (AI) framework utilizing in-mold pressure signals as a critical intermediate representation to enable both forward quality prediction and reverse parameter recommendation. The experimental setup employed Polypropylene (PP) in a two-cavity flat plate mold, utilizing a near-gate sensor to capture real-time dynamic pressure profiles. A Central Composite Face-Centered (CCF) design was implemented to evaluate four control factors: injection speed, packing pressure, melt temperature, and V/P switch position. The base dataset was expanded to 90 runs by introducing melt temperature perturbations. Physical machine trials were averaged across five runs per condition to suppress machine noise. Five geometric attributes—three widths and two lengths— were measured to rigorously assess part quality. The proposed AI framework integrates Autoencoders (AE) for feature extraction and Multilayer Perceptrons (MLP) for precise mapping. Two specialized AEs compress 4,000-point dynamic pressure curves, which are segmented into filling-to-packing and packing-to-cooling stages, into 40 latent features capturing critical pressure rise and decay behaviors. Three specific MLP models were developed: a forward predictive model mapping these 40 features to the five geometric dimensions, and a two-stage inverse model converting target quality specifications into pressure features, subsequently mapping those features into the four optimized processing parameters. Analysis of Variance (ANOVA) identified packing pressure as the dominant factor affecting dimensional stability. The forward MLP model demonstrated high predictive accuracy on physical experimental data, achieving an average Root Mean Square Error (RMSE) of 0.011 mm (R^2 = 0.946) for width and 0.022 mm (R^2 = 0.957) for length. During reverse parameter inference validation, the AI-recommended parameters yielded a highly accurate target quality Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 0.01% to 0.06% in physical trials. To test generalization, the inverse model successfully processed target quality requirements outside the initial training boundary, maintaining a low physical trial MAPE between 0.03% and 0.20%. Ultimately, this AE-MLP framework effectively captures the non-linear physics of the domain, providing reliable parameter recommendations for smart manufacturing.

Time 時間：9:45–10:00 11/6/2026
Location 地點：IB505
Paper ID 論文編號：121

Deep Learning-Based Reconstruction and Analysis of Photoelastic Fringe Patterns

Yuan-Hsi Chu[1], Yun-Ting Tuan[2], Pei-Ti Teng[2], Shih-Chih Nian[3], Kun-Cheng Ke[2,*]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University
[2]Department of Mechatronics Engineering, National Taiwan Normal University
[3]Department of Power Mechanical Engineering, National Taitung Junior College

[*]Corresponding Author: kcke@ntnu.edu.tw

Residual stresses generated during the flow, packing, and cooling stages of injection molding can adversely affect the dimensional stability and optical performance of transparent plastic components. This study proposes a machine-learning-based framework for predicting thermal residual stress in a transparent elongated plate with uniform thickness by integrating RGBW photoelastic images with physical information obtained from Moldex3D simulations. A four-factor, three-level full-factorial design was conducted by varying injection speed, packing pressure, mold temperature, and melt temperature, resulting in 81 processing conditions. Each condition was repeated ten times, yielding a total of 810 samples. Photoelastic fringe images were captured under red, green, blue, and white illumination using the polariscope shown in Fig 1. Moldex3D simulations were used to extract temperature, shear stress, density, viscosity, and volumetric shrinkage at near-gate, center, and far-gate locations. An autoencoder compressed the high-dimensional photoelastic images into 30-dimensional latent features. Reconstruction quality was evaluated using the Structural Similarity Index Measure (SSIM). The reconstructed RGB images achieved SSIM values above 0.97, indicating that the main fringe features were preserved after dimensionality reduction. The extracted image features were subsequently combined with the Moldex3D physical variables and used as inputs to a multilayer perceptron (MLP) model for predicting thermal residual stress components and Von Mises equivalent stress. As shown in Fig 2, fringe-displacement analysis revealed that blue illumination was more sensitive to variations in injection speed and mold temperature, whereas red illumination exhibited higher sensitivity to packing pressure. Pearson correlation analysis indicated that temperature and viscosity were the main physical factors associated with thermal residual stress. In

terms of prediction performance, the single-location models better captured local stress characteristics at different sensing locations, with the best prediction of Von Mises equivalent stress achieving an R^2 of 0.9499 under blue illumination at the far-from-gate location. In comparison, the integrated-location model was more suitable for describing overall variation trends across the three locations. These findings demonstrate that integrating photoelastic image features with Moldex3D physical information supports thermal residual stress prediction and intelligent process assessment of transparent injection-molded components.

I04: Robots and Bionic Machinery, 機器人與仿生機器

Chair: Po Ting Lin

議程主持人: 林柏廷

Time 時間：10:45-11:45, 11/7/2026

Location 地點：IB306

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:45-11:00	8	Design of a Flexible Graphene/PVDF Tactile Sensor Array with Multiplexed Signal Acquisition for Dexterous Hands	Yu-Ting Lin, Chi-Yu Ho, Po Ting Lin, Wei-Song Hung, Yen-Hua Lin, Leon Wu
11:00-11:15	54	A Vision-Guided Correction Framework and Validation Protocol for Grid Painting	Chi-Hsuan Chu, Marnel Patrick Junior Altius, Shu-Hao Liang
11:15-11:30	140	Intelligent Industrial Inspection System Integrating Embedded Systems and Deep Learning with a Quadruped Robot for Instrument Recognition and Corrosion Detection	Yu Syuan Tsai, Jun-Ming Cheng, Tsung-Ming Fang, Ching-Yuan Chang
11:30-11:45	143	Digital Twin Assisted Quadruped Robot Inspection for Quantitative Corrosion Assessment	Tung-Chien Lai, Jun-Ming Cheng, Tsung-Ming Fang, Ching-Yuan Chang

Time 時間：10:45–11:00 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：8

Design of a Flexible Graphene/PVDF Tactile Sensor Array with Multiplexed Signal Acquisition for Dexterous Hands

Yu-Ting Lin[1], Chi-Yu Ho[1], Po Ting Lin[1,*], Wei-Song Hung[2], Yen-Hua Lin[1], Leon Wu[3]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology
[2]Graduate Institute of Applied Science and Technology, National Taiwan University of Science and Technology
[3]Product Management Department, Connector CU, Advanced-Connectek Inc. (ACON)

[*]Corresponding Author: potinglin@mail.ntust.edu.tw

Tactile sensing is essential for dexterous robotic hands to perceive contact events and interact reliably with objects. However, increasing the number of tactile sensing points typically requires additional signal-conditioning circuits, analog-to-digital converters (ADCs), and interconnections, resulting in increased hardware complexity, circuit area, and integration cost. In this paper, a flexible printed circuit (FPC)-based graphene/polyvinylidene fluoride (Gr/PVDF) tactile sensor array with a multiplexed signal acquisition architecture for dexterous hand applications was presented. Twenty Gr/PVDF sensing points were distributed over the finger and palm regions to provide spatially distributed tactile sensing while maintaining a compact and flexible hardware configuration. A two-layer FPC with electromagnetic interference shielding was designed to integrate the sensing points, signal routing, and connector interface within a hand-shaped flexible substrate. The Gr/PVDF sensing signals were first conditioned using OPA4192 operational amplifiers and RC low-pass filters to improve signal quality and establish a stable voltage reference. An ADG732 32-to-1 analog multiplexer was then employed to sequentially select the sensing channels, allowing the 20 Gr/PVDF sensors to share a single ADS1115 16-bit ADC. An ESP32-S3 controlled channel switching and acquired the digitized tactile signals through an I^2C interface. Experimental validation showed that the signal-conditioning circuit maintained a stable baseline of approximately 1.6 V and produced a measurable voltage variation of approximately 0.1~0.2 V when an external pressing force was applied to a Gr/PVDF sensing element. The multiplexed acquisition system successfully scanned all 20 sensing channels sequentially and correctly identified the activated channel when a single sensing point was pressed. These results demonstrate the feasibility of integrating distributed Gr/PVDF tactile sensing with a single-ADC multiplexed acquisition architecture. Compared with conventional architectures requiring dedicated acquisition channels, the proposed approach reduces ADC requirements and simplifies interconnections while maintaining expandability for higher-density tactile sensing. The developed platform provides a practical hardware basis for future tactile-enabled dexterous hands, robotic grippers, and flexible electronic skin systems, and can be further extended toward contact recognition and tactile-feedback-based robotic manipulation.

Time 時間：11:00–11:15 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：54

A Vision-Guided Correction Framework and Validation Protocol for Grid Painting

Chi-Hsuan Chu[1], Marnel Patrick Junior Altius[1], Shu-Hao Liang[1,*]

[1]Graduate Institute of Intelligent Manufacturing Technology, National Taiwan University of Science and Technology

[*]Corresponding Author: shuhaoliang@mail.ntust.edu.tw

Repeating a robot trajectory does not guarantee consistent paint coverage, because registration, brush compliance, and paint transfer all change the deposited mark. This paper proposes a vision-guided correction framework for square-cell painting that links local quality assessment to bounded process adjustments. A target region defined from the design is registered to each workpiece and divided into sixty-four subregions per cell, from which fill completion, edge completeness, underfill, spill, boundary error, and local nonuniformity are computed. A contact-patch lag model from the literature guides brush calibration, and a normalized, constrained response model selects candidate changes in speed, normal indentation, brush angle, and stroke extension. An audit of 648 labeled cell crops from 22 plates shows that the whole-cell black fraction is saturated, with a median of 1.000 and 81.94 percent of values at or above 0.98, and separates Good from Bad labels only weakly, with an area under the receiver operating characteristic curve of 0.685. A controlled numerical example shows that cells with identical total coverage can differ in boundary underfill. These findings motivate spatially resolved quality measurement. The paper further specifies the paired image, action, and process records required to identify the correction model, together with a workpiece-disjoint protocol for validating it through repeated physical painting trials.

Time 時間：11:15-11:30 11/6/2026
Location 地點：IB306
Paper ID 論文編號：140

Intelligent Industrial Inspection System Integrating Embedded Systems and Deep Learning with a Quadruped Robot for Instrument Recognition and Corrosion Detection

Yu Syuan Tsai[1], Jun-Ming Cheng[1], Tsung-Ming Fang[1], Ching-Yuan Chang[1,*]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taipei University of Technology

[*]Corresponding Author: chang@ntut.edu.tw

As population aging and declining birth rates intensify labor shortages and increase the demand for efficient equipment maintenance, automated inspection technologies have become increasingly important in industrial environments. Conventional inspection relies heavily on personnel entering industrial sites to evaluate equipment conditions through visual observation and instrument readings. Such inspections can be influenced by human experience, fatigue, illumination, viewing angle, and environmental conditions. Furthermore, hazardous environments involving high temperatures, toxic gases, confined spaces, and uneven terrain increase the risks to inspection personnel. This study develops an intelligent mobile inspection system that integrates a quadruped robot, embedded edge computing, and deep-learning-based image recognition for automated industrial equipment inspection. An ANYmal quadruped robot is employed as the mobile inspection platform because of its ability to traverse uneven terrain, stairs, and complex industrial environments. The system incorporates imaging sensors and an NVIDIA Jetson Orin NX embedded computing platform to acquire inspection images and perform image inference locally, reducing dependence on remote servers and network communication. Dedicated datasets were constructed for digital meter recognition and equipment corrosion detection. Image annotation and data augmentation were performed to improve model robustness under variations in illumination, viewing angles, and background conditions. The YOLOv12 (You Only Look Once version 12) model was trained and applied to detect digital meter display regions and corrosion areas for automated equipment condition assessment. Experimental results demonstrate that YOLOv12 achieved a precision of 95.5%, a recall

of 92.6%, and a mean average precision at an intersection-over-union threshold of 0.5 (mAP@0.5) of 93.9% on the validation dataset. After deployment on the embedded computing platform, the system achieved approximately 20–30 frames per second (FPS), demonstrating real-time inspection capability. The proposed system effectively integrates quadruped robotic mobility, embedded edge computing, and deep-learning-based visual recognition, providing a practical approach to reducing inspection risks while improving the efficiency, consistency, and reliability of industrial equipment inspection.

Time 時間：11:30–11:45 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：143

Digital Twin Assisted Quadruped Robot Inspection for Quantitative Corrosion Assessment

Tung-Chien Lai[1], Jun-Ming Cheng[1], Tsung-Ming Fang[1], Ching-Yuan Chang[1,*]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taipei University of Technology

[*]Corresponding Author: chang@ntut.edu.tw

This study develops an intelligent industrial inspection framework integrating a quadruped robot, a digital twin, and corrosion image analysis for repeatable inspection and data traceability in complex industrial environments. The digital-twin environment combines scene and robot modeling, motion control, virtual sensing, and localization and mapping based on LIO-SAM (tightly coupled lidar-inertial odometry via smoothing and mapping) through the Robot Operating System 2 (ROS 2). Before physical deployment, routes, inspection positions, and sensor data flow can be verified in simulation. Three formal tests were conducted at 3 m/s in the Factory simulation environment. Mapping accuracies were 99.70%, 99.74%, and 99.72%, with root-mean-square absolute trajectory error (ATE RMSE) values of 1.55, 1.37, and 1.45 cm. For corrosion inspection, more than 100 uniform and localized corrosion images were collected. Nyckel was used for preliminary organization and classification, while ImageJ hue–saturation–brightness (HSB) analysis was used to extract

suspected corrosion regions and quantify color, area, spot distribution, and boundary characteristics. Field tests on a storage tank and structural contact regions showed that fixed color thresholds are not suitable for all scenes; adjusting HSB ranges according to site conditions reduced part of the interference from background structures, reflections, and illumination. The workflow links virtual verification, stable physical image acquisition, and traceable quantitative analysis without treating a single image as sufficient evidence for complete corrosion-cause diagnosis.

I05: Other Emerging Technology, 其他新興科技

Chair: Ching-Yuan Chang

議程主持人: 張敬源

Time 時間：8:30-9:45, 11/6/2026

Location 地點：IB506

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
8:30-8:45	69	Development of a Regional Strain Prediction Model for Surface-Microstructured Implant-Sized PLA Specimens Based on Compression Testing and Digital Image Correlation	Kuan-Chien Hsiung, Shao-Hua Sun, Ying-Chun Chen
8:45-9:00	115	Wafer Surface Profiling Using an Electro-Optically Modulated Twyman Green Interferometer	Jia-Ying Li, Kuan-Hsien Chang, Hung-Lin Hsieh
9:00-9:15	136	Investigation of Factors Affecting Air Curtain Efficiency in Paint Curing Ovens Using COMSOL Multiphysics	Nguyen-Ba Tran, Quoc-Hung Phan, Ching-Feng Yu
9:15-9:30	144	Thermal-Hydraulic and Thermal-Structural Analysis of a Liquid Cold Plate with Straight, S-Shaped, and Vertical-Baffle Channels	Jie-Ying Wu, Yi-Ming Li, Hua-Yi Hsu, Ching-Yuan Chang
9:30-9:45	116	A Stewart Platform-Based Six-Axis Force Torque Sensor with Variable Limb Inclination and ULU Limb Configuration	Parag Thote, Yu-Jen Wang

Time 時間：8:30–8:45 11/6/2026

Location 地點：IB506

Paper ID 論文編號：69

Development of a Regional Strain Prediction Model for Surface-Microstructured Implant-Sized PLA Specimens Based on Compression Testing and Digital Image Correlation

Kuan-Chien Hsiung[1], Shao-Hua Sun[1], Ying-Chun Chen[1,*]
[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology
[*]Corresponding Author: ycc85@mail.ntust.edu.tw

The geometric design and surface microstructures of dental implants influence strain distribution and mechanical stability under loading. This study developed a regional strain prediction model for implant-sized PLA specimens by integrating compression testing, Digital Image Correlation (DIC), STL geometric features, design parameters, and a Physics-Regularized Neural Network (PRNN). PLA specimens with various pore shapes, sizes, depths, and thread configurations were fabricated and subjected to compression testing combined with DIC to obtain regional strain and displacement information. A finite element analysis (FEA) model was established for comparison under idealized conditions. The PRNN was trained using DIC-derived strain information, STL geometric features, and specimen design parameters to predict regional strain distributions. The optimized model achieved mean absolute errors (MAEs) of 0.68% for regional-average Y-direction strain and 0.64% for Y-direction strain in the maximum-strain region, while achieving 73.84% accuracy in identifying the maximum-strain region. Larger prediction errors were observed in specimens with groove-shaped pores and V-shaped threads. Overall, the proposed approach provides a practical method for preliminary regional strain prediction in implant-sized specimens with complex surface microstructures. Future work should expand the dataset and incorporate more comprehensive material properties, loading conditions, and boundary conditions to further improve prediction performance.

Time 時間：8:45–9:00 11/6/2026

Location 地點：IB506

Paper ID 論文編號：115

Wafer Surface Profiling Using an Electro-Optically Modulated Twyman Green Interferometer

Jia-Ying Li[1], Kuan-Hsien Chang[1], Hung-Lin Hsieh[1,*]

[1]Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology

[*]Corresponding Author: hlhsieh@mail.ntust.edu.tw

This study develops an electro-optic modulator (EOM)-based Twyman–Green interferometer for wafer surface topography measurement. The EOM introduces a controllable phase retardation between two orthogonal polarization components, which are separated into the reference and measurement arms and subsequently recombined to generate phase-shifted interferograms. A 10N−9 phase-demodulation algorithm, where N denotes the number of phase steps, is employed to reconstruct the phase distribution while suppressing phase-step errors and higher-order harmonic effects. In this study, N=10, and 91 phase-shifted interferograms are acquired for each measurement. The retrieved phase distribution is converted into surface height based on the double-pass reflection relationship. The performance of the proposed system is evaluated through repeatability testing, differential wafer surface measurement, and long-term stability testing. In 30 repeated measurements, the mean peak-to-valley (PV) value was 2.154 μm with a standard deviation of 0.343 μm, and the reconstructed profiles exhibited similar overall trends. For the differential surface measurement, the PV values before and after actuation were 1.395 and 11.369 μm, respectively, while the point-by-point differential surface exhibited a PV value of 10.382 μm. During the 30-min stability test, the total changes in the fitted linear trends of MAX, MIN, and PV were 166.8, 61.8, and 105.0 nm, respectively. Although limited long-term drift was observed, short-term fluctuations remained, particularly in the MIN and PV values. These results demonstrate the feasibility of the proposed system for full-field wafer surface topography and deformation measurement.

Time 時間：9:00–9:15 11/6/2026

Location 地點：IB506

Paper ID 論文編號：136

Investigation of Factors Affecting Air Curtain Efficiency in Paint Curing Ovens Using COMSOL Multiphysics

Nguyen-Ba Tran[1], Quoc-Hung Phan[2,*], Ching-Feng Yu[1,*]

[1]Department of Mechanical Engineering, National United University
[2]Department of Biomedical Engineering, National Cheng Kung University
[*]Corresponding Authors: qhphan@gs.ncku.edu.tw, cfyu@nuu.edu.tw

In the industrial coating sector, the part drying process consumes a substantial amount of energy. Heat loss through continuously open doors not only reduces the uniformity of the internal temperature field but also significantly increases operating costs. To address this issue, air curtains are utilized as invisible fluid barriers, effectively preventing heat dissipation while allowing the uninterrupted movement of painted parts. However, the actual aerodynamic efficiency of existing air curtain systems is often suboptimal, leading to continuous energy waste and the degradation of the occupational working environment due to heat leakage. Because optimizing designs through the manufacturing and testing of physical prototypes is highly expensive and time-consuming, this study employs COMSOL Multiphysics software to numerically simulate and optimize the air curtain system. The core objective is to comprehensively analyze the structural and operational factors affecting the thermal separation efficiency, thereby establishing a reliable digital foundation for future design upgrades. A robust numerical model was developed to investigate a diverse set of variables, which include: (1) the inlet blowing speed ranging from 10 to 35 CMM; (2) the outlet suction speed varying from 20 to 35 CMM; (3) the wedge-shaped profile of the air distribution pipe, specifically designed to stabilize the static pressure along the vertical air curtain; and (4) the installation angles of the internal guide vanes at 107° and 139° to evenly distribute the airflow to both sides. The computational fluid dynamics (CFD) analysis reveals that the optimal operating configuration is achieved when the inlet blowing speed is perfectly balanced with the outlet suction speed at 25 CMM, combined with a nozzle discharge angle of 15° inclined toward the interior of the oven. Most notably, a wedge-shaped distribution pipe with a wedge angle of approximately 87° (Corresponding to a bottom width of 100 mm) and a guide vane angle of 139° provides the highest and most stable aerodynamic sealing effect. These findings hold direct practical application potential for upgrading existing industrial paint curing ovens, enabling manufacturing enterprises to significantly reduce fuel consumption costs, optimize profit margins, and enhance the overall thermal comfort for factory workers.

Time 時間：9:15–9:30 11/6/2026
Location 地點：IB506
Paper ID 論文編號：144

Thermal-Hydraulic and Thermal-Structural Analysis of a Liquid Cold Plate with Straight, S-Shaped, and Vertical-Baffle Channels

Jie-Ying Wu[1], Yi-Ming Li[1], Hua-Yi Hsu[2], Ching-Yuan Chang[1,*]
[1]Department of Mechanical Engineering, National Taipei University of Technology
[2]Institute of Applied Mechanics, National Taiwan University
[*]Corresponding Author: chang@ntut.edu.tw

With the rapid development of high-power electronic devices and liquid-cooling technology, heat dissipation efficiency and temperature uniformity have become major factors in system reliability and service life. In a liquid cold plate, heat conduction in the solid, convection in the coolant, and conjugate heat transfer at the solid–fluid interface occur together, so the channel configuration shapes the thermal performance, pressure drop, and temperature distribution. In this study, a conjugate heat transfer (CHT) model of a liquid cold plate was built, and its temperature field was passed to a finite-element model for thermal-structural analysis. A 76 × 5.5 × 1.5 mm copper plate supplying 300 W served as an equivalent heat source, and straight, S-shaped, and vertical-baffle channels were compared in the same 100 × 25 × 10 mm cold plate under identical conditions. PAO-6 oil was the coolant, with the inlet set from the actual flow rate of 1 LPM at 35 °C (Re = 866, laminar). The vertical-baffle channel strengthened local mixing, weakened the thermal boundary layer, and improved heat exchange between the coolant and the heated wall. It had the lowest maximum temperature (126.31 °C, versus 171.21 °C for the straight channel) and average temperature (88.89 °C), and the best temperature uniformity, with a heat-source temperature difference of 25.52 °C. The flow field showed that the baffles generate secondary flows and local vortices, which carry heat from the heated wall into the core of the coolant. The S-shaped channel lengthened the flow path and kept the coolant in the plate longer, lowering the maximum temperature to 127.95 °C, but heat tended to accumulate along the flow direction. The straight channel had the lowest pressure drop (1229.53 Pa) but mixed poorly and did little to suppress the hot spot. In the thermal-structural analysis, a more uniform temperature field reduced local thermal expansion, and the maximum deformation fell from 0.067 mm (straight) to 0.045 mm (vertical baffle). The cooling gain of the baffles came with the

highest pressure drop, 2483.48 Pa, against 2186.04 Pa for the S-shaped channel, so heat-transfer enhancement and pumping power must be weighed together. The results link channel design, conjugate heat transfer, and structural response, and can guide the design of liquid cooling systems.

Time 時間：9:30–9:45 11/6/2026

Location 地點：IB506

Paper ID 論文編號：116

A Stewart Platform-Based Six-Axis Force Torque Sensor with Variable Limb Inclination and ULU Limb Configuration

Parag Thote[1,*], Yu-Jen Wang[2]

[1]Department of Mechanical and Electro-Mechanical Engineering, National Sun Yat-sen University

[2]Department of Mechanical Engineering, National Cheng Kung University

[*]Corresponding Author: d133020008@nsysu.edu.tw

Six-axis force/torque sensors (FTS) are essential for closed-loop robotic manipulation and human-robot interaction conventional designs rely heavily on monolithic structures with bonded strain gauges (SG) that require expensive non-conventional machining for fabrication and tedious SG mounting and assembly. To address these limitations, this work proposes a modular Stewart platform (SP)-based six-axis FTS utilizing a Universal Joint-Load Cell-Universal Joint (ULU) limb architecture. By integrating commercial miniature load cells with universal joints mounted directly between the base and platform, the proposed architecture accommodates angular misalignment and suppresses parasitic torsion and bending transmission, thereby promoting predominantly axial load transfer through each sensing limb. Accordingly, each limb can be modeled as an approximate two-force member. This modular arrangement also enables conventional machining and straightforward standardized assembly, reducing fabrication complexity and assembly effort. An analytical framework combining SP kinematics and structural stiffness was developed to map applied force and torque to single-axis load cell measurements for limb inclinations of 45°, 50°, 55°, and 60°. Analytical, numerical, and experimental results were compared under independent single-axis external loads,

yielding maximum normalized root-mean-square errors below 5% (numerical vs. analytical) and 2% (numerical vs. experimental). Results demonstrate that the 55° limb inclination delivers the most balanced performance across all six axes, achieving the lowest condition number of 36.911, near-ideal Z-axis torsional decoupling of 0.9979, a planar shear isotropy ratio of 1.0844, and a maximum linearity error of 4.235%. The minimum resolvable force and moment are 0.0685 N for Fy and 0.00532 N·m for Tx , respectively. Overall, the ULU architecture offers a scalable, cost-effective solution for high-performance modular FTS development.

S01-1: Cam and Gear Transmission Mechanisms, 凸輪及齒輪傳動機構

Chair: Yu-Ren Wu

議程主持人: 吳育仁

Time 時間：8:30-10:00, 11/6/2026

Location 地點：IB304

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
8:30-8:45	15	Multi-Objective Optimization of Worm Gear Transmissions Based on Design of Experiments and Surrogate Models	M Abizard Afif Putra Dewangga, Cheng-Kang Lee
8:45-9:00	28	強力刮齒內齒輪之圓柱型刀具製作研究	陳冠宏, 馮展華, 徐睿恩, 顏琮恩
9:00-9:15	32	戟齒輪條狀刀具刃面製程研究	陳冠宏, 馮展華, 徐睿恩, 謝郁誠, 李羿慧
9:15-9:30	33	單齒腹檢測與振動關聯性之分析	陳冠宏, 馮展華, 徐睿恩, 吳孟軒
9:30-9:45	122	面銑式戟齒輪齒胚幾何參數對接觸特性與傳動誤差之影響	洪士媛, 陳柔方, 李羿慧
9:45-10:00	123	考慮嚙合相位影響之多階行星齒輪組受載齒面接觸特性與傳動效能分析	蔡錫錚, 莊啓佑

Time 時間：8:30–8:45 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：15

Multi-Objective Optimization of Worm Gear Transmissions Based on Design of Experiments and Surrogate Models

M Abizard Afif Putra Dewangga[1], Cheng-Kang Lee[1,*]

[1]Department of Industrial Engineering and Management, Cheng Shiu University
[*]Corresponding Author: cklee@gcloud.csu.edu.tw

This study develops an integrated design-of-experiments, surrogate-modeling, and multi-objective optimization framework for a ZI cylindrical worm gear drive. The design variables were module, pressure angle, number of worm starts, number of worm-wheel teeth, and lubricant viscosity. An L27 orthogonal array and a U27 uniform design generated 54 design points. For each point, transmission efficiency, tooth-root safety factor, flank safety factor, total power loss, and average sliding velocity were calculated using KISSsoft in accordance with ISO/TS 14521:2020. Entropy-based objective weights were obtained from the original response data. The responses were then transformed into individual desirability values and combined through a weighted geometric mean to form the Overall Desirability. Five dataset-model configurations were compared: an L27 factorial model, U27 polynomial and Gaussian process models, and combined-data polynomial and Gaussian process models. Candidate optima from all models were re-evaluated in KISSsoft, and the confirmed results were used for comparison. The U27 Gaussian process model achieved the highest confirmed Overall Desirability of 0.5911, improving by 4.92% over the best DOE point and by 68.55% over the baseline design. The optimal design used a 4.3 mm module, a 25-degree pressure angle, four worm starts, 52 worm-wheel teeth, and ISO VG 460 lubricant. Its confirmed efficiency, tooth-root safety factor, flank safety factor, total power loss, and average sliding velocity were 64.86%, 21.00, 3.30, 0.064 kW, and 0.507 m/s, respectively. Sensitivity analysis identified the number of worm starts as the dominant variable. These results show that a Gaussian process can locate high-performance regions, but additional training points do not necessarily yield a better confirmed optimum; both prediction quality and engineering verification should therefore be considered.

Time 時間：8:45–9:00 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：28

強力刮齒內齒輪之圓柱型刀具製作研究

陳冠宏 [1,*], 馮展華 [1], 徐睿恩 [1], 顏琮恩 [1]
[1] 國立中正大學機械工程學系

*Corresponding Author: imetarozz@ccu.edu.tw

內齒輪加工常面臨插齒效率低落或拉齒刀具成本高昂等瓶頸，強力刮齒(Power Skiving)憑藉連續展成的高效與靈活性，成為精密製造的核心方案。然而封閉狹窄的加工空間極易引發二次干涉，傳統錐型刀具仰賴轉位補償離隙角更易導致齒形失真。為此，本研究開發無干涉圓柱型刮齒刀具之幾何設計、成形砂輪修整與實體研磨製造流程，並將切削運動映射至六軸 CNC 工具機進行數位驗證。研究首先基於空間共軛理論逆向推導刀刃交線，並透過特定軸交角 Σ 與軸向橫移量 ΔB 使刀具主動生成有效離隙角 α_f 以消除幾何干涉。進一步結合敏感度矩陣與 K-Chart 齒廓修整分析實現研磨偏差補償。最後將 NC 程式導入 VERICUT 數位雙生環境進行六軸同動切削模擬。結果顯示全程無干涉碰撞，切削實體與理論模型之齒面平均誤差僅 0.6μm,齒厚偏差僅 - 0.165μm，證實本法具備極高精度與可行性。

Time 時間：9:00–9:15 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：32

戟齒輪條狀刀具刃面製程研究

陳冠宏 [1,*], 馮展華 [1], 徐睿恩 [1], 謝郁誠 [1], 李羿慧 [2]

[1] 國立中正大學機械工程學系

[2] 國立聯合大學機械工程學系

*Corresponding Author: imetarozz@ccu.edu.tw

為突破國外設備與專利限制，本研究探討以國產五軸磨齒機研磨戟齒輪與傘齒輪條狀刀刃的可行性。研究首先建立刃口幾何數學模型，並自主開發輔助軟體計算加工位置與產生數值控制程式，同時結合切削模擬與防碰撞驗證，構建完整磨削製程。實驗材料選用高硬度與高耐磨之碳化鎢。為大幅縮減後續研磨餘量與切削時間，本研究設計專用夾治具，先以線切割放電加工完成初始廓形預成形；隨後將刀刃移至國產五軸磨齒機，搭配粗磨與精磨鑽石砂輪依序進行前刃面、非切削刃面與切削刃面之研磨。切削參數實驗顯示，採逆磨方式搭配主軸轉速 2700 rpm 與進給率 50 mm/min 時，刀刃表面最為平整細緻，並能有效防止燒傷。經高精

度齒輪量測儀檢測並回傳軟體進行二次補正後，切削半徑、刀頂寬度及壓力角誤差皆顯著收斂至微米級範圍。本研究成功建立整合刃口建模、預成形、虛擬模擬、五軸磨削與量測補正之閉環製造系統，證實國產設備能達到極高幾何精度，有效降低設備與製造成本，為高階齒輪刀具自主化提供實用方案。

Time 時間：9:15-9:30 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：33

單齒腹檢測與振動關聯性之分析

陳冠宏 [1,*], 馮展華 [1], 徐睿恩 [1], 吳孟軒 [1]

[1] 國立中正大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: imetarozz@ccu.edu.tw

齒輪傳動系統的運轉精度常受幾何誤差與裝配條件影響，嚙合時產生的傳動誤差更是誘發振動與噪音的主因。相較於單項靜態量測，單齒腹檢測能有效反映綜合傳動品質；但齒輪箱組裝後，內部傳動誤差難以直接取得。本研究探討利用箱體外部振動響應反向推估內部傳動誤差之可行性，整合單齒腹檢測、敲擊試驗與頻譜分析，建立嚙合激振與結構振動傳遞特性的關聯機制。研究以傘齒輪副為試件，首先經由單齒腹檢測取得正逆轉傳動誤差，數據顯示總切向複合誤差主要由偏心或偏擺等低頻長波成分主導。隨後進行敲擊試驗建立箱體動態頻率響應函數。最後於不同轉速下進行嚙合運轉測試，分析外部振動頻譜並聚焦於一倍與二倍齒輪嚙合頻率。比對結果顯示，不同轉速下的特徵頻帶比值差異極小，呈現高度一致的動態傳遞趨勢。研究證實外部振動峰值與結構傳遞函數密切相關，成功建立了由外側振動訊號反推內部傳動誤差的評估架構，為齒輪品質分級與在線非破壞檢測提供實用方法。

Time 時間：9:30-9:45 11/6/2026
Location 地點：IB304
Paper ID 論文編號：122

面銑式戟齒輪齒胚幾何參數對接觸特性與傳動誤差之影響

洪士媛 [1], 陳柔方 [2], 李羿慧 [3,*]
[1] 國立聯合大學臺灣語文與傳播學系
[2] 國立聯合大學電機工程學系
[3] 國立聯合大學機械工程學系
[*]Corresponding Author: meyhlee@nuu.edu.tw

本研究探討齒胚幾何參數對面銑式戟齒輪無負載接觸特性與傳動誤差之影響。以 Klingelnberg 提供之小齒輪 5 齒、大齒輪 42 齒設計數據為基準，依 ANSI/AGMA ISO 23509-A08 標準建立齒胚幾何，並固定刀具幾何、機械設定、創成運動及裝配條件，分別對齒形轉位係數、基本冠輪齒頂高係數、大齒輪齒根角、基本冠輪齒根高係數及大齒輪齒頂角施加±50%之單因子擾動。透過齒胚均方根誤差量化幾何差異，並比較驅動面與非驅動面之接觸軌跡、接觸比、最大傳動誤差及最小有效齒面邊距。結果顯示，齒形轉位係數與基本冠輪齒頂高係數對嚙合結果的影響最為明顯。其中，基本冠輪齒頂高係數增加 50%時,驅動面與非驅動面之接觸比分別提高至 1.416 與 1.355,最大傳動誤差分別增至 33.308 與 30.783 arcsec，且部分接觸點越過有效齒面下邊界。齒形轉位係數減少 50%亦造成兩齒面接觸點越界,並使驅動面與非驅動面的接觸軌跡朝相反方向移動。大齒輪齒根角對兩齒面的接觸比與傳動誤差呈現不同反應；大齒輪齒頂角之影響相對有限。基本冠輪齒根高係數雖造成明顯的齒胚幾何差異，接觸軌跡、接觸比及傳動誤差卻維持不變,顯示齒胚外形變化程度與實際嚙合特性的變化並非必然一致。本研究結果可作為戟齒輪齒胚參數選定、有效齒面邊界檢核及後續承載接觸分析之參考。

Time 時間：9:45-10:00 11/6/2026
Location 地點：IB304
Paper ID 論文編號：123

考慮嚙合相位影響之多階行星齒輪組受載齒面接觸特性與傳動效能分析

蔡錫錚 [1,*], 莊啓佑 [2]

[1] 國立中央大學機械工程系
[2] 傳仕精密機械股份有限公司

[*]Corresponding Author: sjtsai@cc.ncu.edu.tw

差速分流型型式行星齒輪機構具有較小系統體積與重量之特點,適合應用於高功率、重負載傳動系統。而行星齒輪機構因有多個行星輪與太陽輪、環齒輪同時嚙合,由於齒輪對嚙合剛性具有時變特性,使得太陽輪、環齒輪齒數關係所構成的行星齒輪嚙合相位會影響到行星齒輪機構之受載接觸特性，因此本論文以所發展的多階行星齒輪組受載齒面接觸分析模型，分析某款差速分流型三階行星增速齒輪箱機構在齒面修整設計下，機構的受載傳動誤差、行星齒輪間負載分配以及分流負載分配受嚙合相位影響。分析結果顯示使用序列相位設計案例相對等相位案例會有較小的受載傳動誤差峰對峰值，同時分流負載分配變動也較小，但階內行星齒輪負載分配率卻較大。本研究所建立分析方法與結果可以提供相關設計之參考。

S01-2: Cam and Gear Transmission Mechanisms, 凸輪及齒輪傳動機構

Chair: Wen-Tung Chang

議程主持人: 張文桐

Time 時間：10:20-11:35, 11/6/2026

Location 地點：IB304

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:20-10:35	2	擺線減速系統之數學建模、齒形修形與分析	張敦樸, 劉冠岑, 林派臣, 蔡忠佑
10:35-10:50	49	考慮接觸齒印偏移之面銑式螺旋傘齒輪齒面修整與機械設定最佳化	孫正東, 陳冠宏, 李羿慧
10:50-11:05	90	平移式平面型從動件盤形共軛凸輪機構之共軛性檢測方法初探	張文桐, 吳荃林, 王昱恆
11:05-11:20	91	搖擺式平面型從動件盤形共軛凸輪機構之共軛性檢測方法初探	張文桐, 王昱恆, 吳荃林
11:20-11:35	114	圓柱齒輪修形齒面之準靜態負載分配與接觸模型建立	陳石生, 陳昭亮, 徐瑞宏

Time 時間：10:20-10:35 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：2

擺線減速系統之數學建模、齒形修形與分析

張敦樸 [1], 劉冠岑 [1], 林派臣 [1], 蔡忠佑 [2,*]

[1] 國立中正大學機械工程學系

[2] 國立成功大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: cytsai@gs.ncku.edu.tw

擺線齒輪減速機具有高減速比、結構緊湊及多齒承載等優點,但其傳動性能易受齒形設計、製造與組裝誤差影響，軸歪斜更可能造成邊緣接觸、應力集中及傳動誤差增加。本研究依據共軛理論與齊次座標轉換建立擺線輪齒形模型，利用 Mathematica 求解並生成齒形,再匯入 Creo 建模,並於 Altair Inspire 中進行運動與應力分析。研究比較未修形、隆齒、針輪半徑、針輪分布半徑、齒形旋轉及混合修形模型，設定 0°、0.05°與 0.1°軸歪斜,並以傳動誤差峰對峰值、均方根值、平均值及 von Mises 等效應力進行評估。結果顯示，軸歪斜會增加傳動誤差並使接觸區域偏向齒寬邊緣；隆齒修形可降低邊緣接觸與最大應力，針輪相關修形效果則較受歪斜程度影響。齒形旋轉修形可明顯降低傳動誤差，搭配隆齒後可兼顧傳動平順性與應力分布，整體表現最佳，可作為提升減速機運轉穩定性與組裝誤差容許能力之設計參考。

Time 時間：10:35-10:50 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：49

考慮接觸齒印偏移之面銑式螺旋傘齒輪齒面修整與機械設定最佳化

孫正東 [1], 陳冠宏 [2], 李羿慧 [1,*]

[1] 國立聯合大學機械工程學系

[2] 國立中正大學前瞻製造系統頂尖研究中心

[*]Corresponding Author: meyhlee@nuu.edu.tw

螺旋傘齒輪的接觸性能對裝配位置變動十分敏感，製造誤差、裝配偏差及受載變形均可能使接觸齒印偏離預定區域，進而造成邊緣接觸並影響傳動性能。傳統齒面修整通常以標準裝配位置下的接觸特性為設計依據，較少同時考慮不同裝配位置的接觸需求。因此，本研究提出一種考慮接觸齒印偏移之面銑式螺旋傘齒輪齒面修整與機械設定最佳化方法。首先建立大齒輪齒面模型，並將大齒輪視為虛擬刀具，分別於標準裝配位置、驅動側齒印偏向小端及偏向大端等三種狀態下建立共軛小齒輪齒面。接著，依據預定接觸點路徑、瞬時接觸線、拋物線傳動誤差及接觸範圍配置齒面修整量，以形成各裝配狀態下的目標修整齒面。最後，將驅動

側、從動側及三種裝配狀態共同納入目標函數，以九項機械設定參數為設計變數，求得可創成單一小齒輪齒面的共用機械設定。齒面接觸分析結果顯示，各裝配狀態下均可維持連續接觸，接觸率皆大於 1，接觸軌跡亦依預定方向向小端或大端移動；最大傳動誤差介於 9.521 至 20.276 角秒，並維持預定的拋物線變化趨勢。結果顯示,所提方法可將多重裝配位置的接觸需求整合至齒面修整與機械設定計算中，並以單一小齒輪齒面兼顧標準與偏移狀態,驗證其數值設計可行性。

Time 時間：10:50-11:05 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：90

平移式平面型從動件盤形共軛凸輪機構之共軛性檢測方法初探

張文桐 [1,*], 吳荃林 [1], 王昱恆 [1]

[1] 國立臺灣海洋大學機械與機電工程學系

[*]Corresponding Author: wtchang@mail.ntou.edu.tw

平移式平面型從動件盤形共軛凸輪機構是基於過度拘束機構的原理使其共軛凸輪與平移式平面型從動件之間得以在不使用回動彈簧的情況下仍能始終保持接觸，故可適用於高速機械裝置之中。透過對共軛凸輪輪廓與其平移式平面型從動件之間是否具有良好的共軛性進行檢測，可間接地評估凸輪輪廓的誤差量。該種間接式共軛性檢測方法的核心原理為:在原先的共軛凸輪機構中加入一個自由度為一的運動對以及一機件，使原先選定為常數的某一個設計參數變成可變動的變數，而使得此新機構可產生拘束運動。同時，此新機構的從動件會構成一共軛性檢測治具。當新機構的共軛凸輪運轉時，該新增加的運動對透過共軛性檢測治具所顯示的運動量可定義為一共軛條件變化量，其可間接地反映出待測共軛凸輪輪廓的誤差量。為了量化地評估共軛凸輪輪廓(以及其餘機構設計參數)的誤差量(或公差量)對於共軛條件變化量所造成的影響，則必須對新機構進行共軛條件分析，其理論基礎為盤形凸輪機構之等效連桿的機械誤差分析。本研究針對平移式偏位傾斜平面型從動件盤形共軛凸輪機構之共軛性檢測

方法進行初步探討。本研究會在原先的共軛凸輪機構中加入一滑動對以及一滑塊，藉以將平移式偏位傾斜平面型從動件的兩平面位置參考點間距變成可變動的變數進而構成一共軛性檢測治具。接著，本研究會將新機構轉換為其等效六連桿以推導出共軛條件變化量(該兩平面位置參考點之間距變化量)與共軛凸輪輪廓(以及其餘機構設計參數)之誤差量之間的解析關係式。然後，本研究會藉由所推導出的解析關係式進行新機構的共軛條件分析以及建立用於組裝式共軛凸輪之品質管制的保守準則，並會列舉計算實例以進行演示。

Time 時間：11:05-11:20 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：91

搖擺式平面型從動件盤形共軛凸輪機構之共軛性檢測方法初探

張文桐 [1,*], 王昱恆 [1], 吳荃林 [1]

[1] 國立臺灣海洋大學機械與機電工程學系

[*]Corresponding Author: wtchang@mail.ntou.edu.tw

搖擺式平面型從動件盤形共軛凸輪機構是基於過度拘束機構的原理使其共軛凸輪與搖擺式平面型從動件之間得以在不使用回動彈簧的情況下仍能始終保持接觸，故可適用於高速機械裝置之中。透過對共軛凸輪輪廓與其搖擺式平面型從動件之間是否具有良好的共軛性進行檢測，可間接地評估凸輪輪廓的誤差量。該種間接式共軛性檢測方法的核心原理為:在原先的共軛凸輪機構中加入一個自由度為一的運動對以及一機件，使原先選定為常數的某一個設計參數變成可變動的變數，而使得此新機構可產生拘束運動。同時，此新機構的從動件會構成一共軛性檢測治具。當新機構的共軛凸輪運轉時，該新增加的運動對透過共軛性檢測治具所顯示的運動量可定義為一共軛條件變化量，其可間接地反映出待測共軛凸輪輪廓的誤差量。為了量化地評估共軛凸輪輪廓(以及其餘機構設計參數)的誤差量(或公差量)對於共軛條件變化量所造成的影響，則必須對新機構進行共軛條件分析，其理論基礎為盤形凸輪機構之等效連桿的機械誤差分析。本研究針對搖擺式平面型從動件盤形共軛凸輪機構之共軛性檢測方法進行

初步探討。本研究會在原先的共軛凸輪機構中加入一旋轉對以及一擺臂，藉以將搖擺式平面型從動件的兩平面夾角變成可變動的變數進而構成一共軛性檢測治具；亦或者在原先的共軛凸輪機構中加入一滑動對以及一滑塊，藉以將共軛凸輪與搖擺式平面型從動件的兩固定樞軸之軸心距變成可變動的變數進而構成另一共軛性檢測治具。接著，本研究會將上述兩種新機構分別轉換為其等效六連桿以推導出共軛條件變化量(該兩平面之夾角變化量或該兩樞軸之軸心距變化量)與共軛凸輪輪廓(以及其餘機構設計參數)之誤差量之間的解析關係式。然後，本研究會藉由所推導出的解析關係式分別進行上述兩種新機構的共軛條件分析以及建立用於組裝式共軛凸輪之品質管制的保守準則，並會列舉計算實例以進行演示。

Time 時間：11:20–11:35 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：114

圓柱齒輪修形齒面之準靜態負載分配與接觸模型建立

陳石生 [1], 陳昭亮 [1,*], 徐瑞宏 [2]

[1] 國立中興大學機械工程學系

[2] 逢甲大學精密系統設計學士學位學程

[*]Corresponding Author: jlchen@nchu.edu.tw

圓柱齒輪的齒體變形與製造、裝配誤差可能造成負荷分布不均與齒端集中，齒向修形的效益須由受載後的接觸位置、負荷分配與傳動誤差評估。本文建構以齒面法向偏差為輸入的準靜態負載分配模型:齒面間隙投影至端面作用線方向，切片嚙合剛性由能量法給出沿齒形的變化並以 ISO 6336-1 單齒對嚙合剛性校正絕對值，再以單側接觸條件與總負荷平衡求得各嚙合相位的齒對趨近量、負載傳動誤差與線負荷分布。以一對斜齒輪的四組齒向修形算例與 KISSsoft 比較，兩者的齒印偏移、中央集中與齒端卸載趨勢一致；定量上，隆齒與組合修形的傳動誤差峰對峰值分別為 KISSsoft 的 1.87 與 1.93 倍，基準齒面則低估 0.130 μm，最大線

負荷的相對差異介於 −19.2 % 至 +3.2 %，其案例排序亦未完全一致。本模型適用於相同假設下比較候選修形的相對反應，定量預測能力仍待一致設定下的對照分析確認。

S01-3: Cam and Gear Transmission Mechanisms, 凸輪及齒輪傳動機構

Chair: Yi-Hui Lee

議程主持人: 李羿慧

Time 時間：9:00-10:30, 11/7/2026

Location 地點：IB304

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
9:00-9:15	25	Mathematical Modeling of CNC Cylindrical Skiving for Manufacturing Offset Helical-Meshing Face Gears	Khoe-Qui Le, Yu-Ren Wu
9:15-9:30	26	建立刀傾圓柱型強力刮齒加工內齒輪之齒面數學模式	黃思喬, 石伊蓓
9:30-9:45	31	以五軸 CNC 工具機加工鼓形齒直傘齒輪之數學模式	廖學彬, 石伊蓓
9:45-10:00	65	高扭矩密度漸開線少齒差行星減速機應用於關節模組之設計	張淳堡, 藍兆杰
10:00-10:15	124	嚙合相位對行星齒輪組動態受載齒面接觸特性之影響－考量元件變形與齒面修整	賴柏諺, 蔡錫錚, 黃國饒
10:15-10:30	125	考慮接觸斑截斷與滾道輪廓修整之四點接觸滾珠旋轉軸承單一滾珠–滾道密合接觸分析	呂沛馨, 蔡錫錚, 陳駿霖

Time 時間：9:00–9:15 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：25

Mathematical Modeling of CNC Cylindrical Skiving for Manufacturing Offset Helical-Meshing Face Gears

Khoe-Qui Le[1], Yu-Ren Wu[1,*]
[1]Department of Mechanical Engineering, National Central University
[*]Corresponding Author: yurenwu@ncu.edu.tw

Compact crossed-axis transmissions increasingly rely on offset helical-meshing face-gear pairs, and because tooth-flank precision governs both the contact pattern and the vibration response of these drives, manufacturing accuracy is a first-order design concern. CNC power skiving is attractive for producing the flank because it continuously and efficiently generates the tooth surface, yet almost all published face-gear skiving studies rely on conical cutters to ensure the clearance angle required by the process; a cylindrical-tool formulation for offset helical face gears remains comparatively unexplored. To close that gap, this study proposes a mathematical model for generating an offset helical-meshing face gear by CNC cylindrical skiving. A pot-shaped parameterized flank is intersected with two reference planes to define the cutting edge, and an inclination angle is set to ensure adequate clearance is preserved throughout cutting. Applying the envelope condition to the resulting synchronized tool–workpiece motion yields the generated face-gear tooth surface, and a deviation evaluation compares the skived surface, point by point in the normal direction, against the prescribed target surfaces. The resulting tooth topography and deviation are demonstrated on a representative numerical case and cross-checked through VERICUT virtual machining, together providing a mathematical model and simulation of cylindrical-cutter face-gear power skiving.

Time 時間：9:15–9:30 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：26

建立刀傾圓柱型強力刮齒加工內齒輪之齒面數學模式

黃思喬[1], 石伊蓓[1,*]
[1]國立臺灣科技大學機械工程系
[*]Corresponding Author: shihyipei@mail.ntust.edu.tw

強力刮齒加工(Power Skiving)具備高效率與高精度，近年廣泛應用於內齒輪加工。然而，過去文獻較少探討為避免加工干涉而引入刀具傾角時，所造成的齒形誤差與修正方法。本研究針對內齒輪之刀傾強力刮齒加工，建立一套考量刀具傾角的數學模型。首先，利用假想產形輪推導刀具理論輪廓，並建立座標轉換關係與齒面方程式。針對刀具傾角所引起的齒厚偏差，進一步建立齒面誤差與敏感度分析。最後，提出齒形修正方法降低誤差，並將模型導入 VERICUT 軟體進行切削模擬驗證。研究結果顯示，該模型能有效描述齒面生成機制；透過敏感度分析與齒形修正方法，可準確掌握並降低加工誤差。模擬結果驗證了本模型之正確性與加工應用可行性，可作為未來內齒輪刀傾強力刮齒製程規劃之重要理論與參考依據。

Time 時間：9:30–9:45 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：31

以五軸 CNC 工具機加工鼓形齒直傘齒輪之數學模式

廖學彬 [1], 石伊蓓 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: shihyipei@mail.ntust.edu.tw

美國格里森公司所發展之雙連鎖碟型刀具切製法(Dual Interlocking Circular Cutters, DICC)，利用上下兩把交錯配置之碟型刀具加工直傘齒輪，使齒面沿齒長方向形成中凸之鼓形齒(Coniflex®)輪廓，具有低組裝敏感度及良好齒面接觸性能等特點。然而，傳統加工方式需使用專用直傘齒輪切齒機，限制其加工應用之彈性。本研究建立鼓形齒直傘齒輪之齒面數學模式，首先依據格里森 No. 104 切齒機之齒胚、刀具及機械設定建立泛用切齒機數學模式，並利用座標轉換方式，以單一刀具數學模式分別描述傳統上下刀具之切削位置。接著比較泛用切齒機與五軸 CNC 工具機之刀具至工件座標轉換矩陣，推導五軸 CNC 工具機之非線性切齒座標，並建立齒面誤差修正方法。最後依據推導之切齒座標規劃 NC 加工路徑，透過

VERICUT 軟體進行切削模擬與齒面誤差分析，以驗證所建立數學模式及五軸 CNC 加工方法之可行性。

Time 時間：9:45–10:00 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：65

高扭矩密度漸開線少齒差行星減速機應用於關節模組之設計

張淳堡 [1,*], 藍兆杰 [1]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: paul910919@gmail.com

隨著機器人關節模組朝輕量化及高扭矩密度發展，減速機構須在有限的空間內傳遞更大扭矩。傳統行星齒輪系單級減速比不高，欲達成高減速比須多級串接，造成體積與重量增加；諧波減速機雖結構緊湊、減速比高，但仰賴柔輪之彈性變形傳遞扭矩，扭轉剛性及抗衝擊能力相對受限，且柔輪為影響模組壽命之關鍵零件。本文採用漸開線少齒差齒輪設計一高扭矩密度減速機，藉由內嚙合齒輪副僅相差數齒之特性，單級即可獲得高減速比，且傳動全程由漸開線齒輪嚙合傳遞扭矩，可兼顧整機之緊湊性與剛性，並藉由轉位係數的配置避免少齒差內嚙合特有之齒廓重疊干涉，建立此類減速機之參數設計流程，同時完成減速比 89.375 之原型機實作，作為後續性能驗證之基礎。

Time 時間：10:00-10:15 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：124

嚙合相位對行星齒輪組動態受載齒面接觸特性之影響－考量元件變形與齒面修整

賴柏諺 [1], 蔡錫錚 [1,*], 黃國饒 [2]

[1] 國立中央大學機械工程系

[2] 中華大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: sjtsai@cc.ncu.edu.tw

傳統行星齒輪組動態分析多以集中參數法建立動力方程式，雖可探討系統整體動態響應，卻難以分析修整齒面於動態負載下之接觸狀況；傳統受載齒面接觸分析 (SLTCA) 雖可分析準靜態負載下之齒面接觸狀態，卻無法描述動態負載下齒面接觸應力分佈。因此，本研究結合集中參數法與 SLTCA，發展動態受載齒面接觸分析 (DLTCA) 模型。首先由 SLTCA 建立各齒對之嚙合剛性圖，導入動力方程式求得齒面動態變形位移，再轉換為齒面間隙回饋至 SLTCA，以取得瞬時動態接觸應力分佈狀況。本文中以具齒面修整之行星齒輪組為案例，探討三種嚙合相位對動態響應之影響，結果顯示序列相位之動態傳動誤差振幅最小，反相位次之，等相位最大。進一步考慮元件變形後，由齒面應力斑結果證實 DLTCA 模型可有效反映動態齒面接觸特性，並可作為齒面修整參數設計之重要分析工具。

Time 時間：10:15-10:30 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：125

考慮接觸斑截斷與滾道輪廓修整之四點接觸滾珠旋轉軸承單一滾珠－滾道密合接觸分析

呂沛馨 [1], 蔡錫錚 [1,*], 陳駿霖 [1]

[1] 國立中央大學機械工程系

[*]Corresponding Author: sjtsai@cc.ncu.edu.tw

傳統赫茲接觸理論難以精確分析滾珠與滾道之密合接觸。本研究以影響係數法建立四點接觸滾珠旋轉軸承之密合接觸分析模型，探討接觸斑截斷及滾道輪廓修整對接觸特性之影響，並以有限元素分析驗證模型合理性。研究分析不同接觸位置、干涉量及修整參數下之應力分佈與非線性剛性。結果顯示，適當的滾道輪廓修整可有效降低應力集中並改善接觸應力分佈。本研究可作為四點接觸滾珠旋轉軸承接觸負載分析及滾道修整設計參考。

S01-4: Cam and Gear Transmission Mechanisms, 凸輪及齒輪傳動機構

Chair: Shyi-Jeng Tsai

議程主持人: 蔡錫錚

Time 時間：10:45-12:00, 11/7/2026

Location 地點：IB304

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:45-11:00	16	章動面齒輪減速機之靜力分析	王奕程, 石伊蓓
11:00-11:15	17	以圓柱型強力刮齒刀具加工直傘齒輪	張祐華, 石伊蓓
11:15-11:30	18	基於瞬心與瞬心軸理論之平面與空間直接接觸機構輪廓合成	陳冠維, 徐冠倫
11:30-11:45	126	考量機構偏心誤差之新型輪廓修整小齒數單齒差 K-H-V 型擺線行星齒輪機構受載接觸特性分析	陳奕樺, 蔡錫錚
11:45-12:00	127	小齒數比之模造面齒輪對幾何設計	黃騰鋒, 蔡錫錚

Time 時間：10:45–11:00 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：16

章動面齒輪減速機之靜力分析

王奕程 [1], 石伊蓓 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: shihyipei@mail.ntust.edu.tw

為掌握少齒數差章動面齒輪減速機於高減速比下之內部受力情形，本文建立三維自由體圖靜力分析模型。分析時將靜子視為固定構件，並將傳動系統分為輸入軸、轉子面齒輪與輸出面

齒輪，以各構件自重、輸入扭矩及輸出扭矩作為已知條件，配合座標轉換建立力與力矩平衡方程式，用以求得齒面接觸力、軸承反力及軸承反力矩。分析結果顯示，各齒面接觸力、軸承反力及軸承反力矩均會隨章動位置改變，其中靜子側左右齒面之負載變化較為明顯。本文所建立之分析方法可用於釐清章動面齒輪減速機之負載傳遞情形，並作為後續有限元素分析、結構設計及強度評估之依據。

Time 時間：11:00–11:15 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：17

以圓柱型強力刮齒刀具加工直傘齒輪

張祐華 [1], 石伊蓓 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: shihyipei@mail.ntust.edu.tw

直傘齒輪(Straight Bevel Gears)具有結構簡單、傳動效率高及承載能力佳等特性，廣泛應用於非平行軸動力傳遞系統，但其複雜空間齒面易受刀具幾何與加工參數影響，造成齒面偏差與傳動性能下降。本研究以圓柱型刀具進行直傘齒輪強力刮齒(Power Skiving)加工，建立刀具與工件之運動學及齒面生成模型，並於刀具幾何設計中導入刀傾角，以避免刀具刀背與齒面發生干涉。並透過敏感度分析評估各加工參數對齒面偏差的影響程度，進而提出齒面誤差修正方法。另藉由 VERICUT 切削模擬驗證刀具路徑、切削干涉及加工後齒面品質。本研究建立圓柱型刀具強力刮齒加工直傘齒輪之設計、分析與驗證流程，釐清刀傾對齒面生成之影響，並提供加工參數最佳化與高精度直傘齒輪加工之參考。

Time 時間：11:15-11:30 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：18

基於瞬心與瞬心軸理論之平面與空間直接接觸機構輪廓合成

陳冠維 [1], 徐冠倫 [1,*]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: kuanlunhsu@ntu.edu.tw

本研究以瞬心(軸)之理論為核心，探討其於平面與空間直接接觸機構之輪廓合成中的應用。輪廓合成在機構設計領域一直是的重要研究課題。然而，現有瞬心向量法多應用於平面或典型機構，對於實際工程機構和空間機構之延伸研究仍相對有限。因此，本研究探討瞬心法於不同幾何空間以及機構型式之適用性與延伸性，首先將瞬心向量法應用於實務平面凸輪—連桿複合機構，隨後將參數化數學模型拓展至球面漸開線齒輪，最後初步探討瞬心軸分析法應用於圓柱凸輪輪廓面合成之可行性。研究結果顯示瞬心(軸)分析法可有效完成平面以及球面機構之輪廓合成；至於圓柱凸輪部分，雖尚未建立以瞬心軸合成輪廓之方法，但已推測其理論限制並提出後續研究方向。本研究驗證瞬心(軸)分析法具有由平面機構推廣至空間機構，並進一步應用於工程機構之潛力，可作為未來相關機構設計與分析之重要參考。

Time 時間：11:30-11:45 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：126

考量機構偏心誤差之新型輪廓修整小齒數單齒差 K-H-V 型擺線行星齒輪機構受載接觸特性分析

陳奕樺 [1], 蔡錫錚 [1,*]

[1] 國立中央大學機械工程系

*Corresponding Author: sjtsai@cc.ncu.edu.tw

本研究針對小速比 11 之單齒差 K-H-V 型擺線行星齒輪機構，建立基於曲軸轉角誤差曲線擺線齒廓修形方法，以及考慮機構偏心誤差之受載接觸分析模型，探討銷輪中心、擺線盤中心及爪銷孔分佈圓中心偏心誤差對銷齒與爪銷接觸特性、接觸應力、爪銷負載及傳動誤差之影響。結果顯示，各類偏心誤差對銷齒接觸個數影響有限，但會明顯改變爪銷負載分配。其中，爪銷孔分佈圓中心雙盤偏心使最大爪銷負載增加約 57.8%，影響最為顯著；擺線盤雙盤偏心則使最大銷齒接觸應力增加約 27.7%。此外，各類偏心誤差皆會產生約 30 Hz 之低頻傳動誤差，並於相應嚙合頻率產生頻譜響應。分析結果驗證新型輪廓修整方法可應用於小速比擺線機構，並顯示機構偏心誤差為設計時不可忽略之因素。

Time 時間：11:45–12:00 11/6/2026

Location 地點：IB304

Paper ID 論文編號：127

小齒數比之模造面齒輪對幾何設計

黃騰鋒 [1], 蔡錫錚 [1,*]

[1] 國立中央大學機械工程系

*Corresponding Author: sjtsai@cc.ncu.edu.tw

面齒輪因可與圓柱齒輪成對嚙合，具有傳動配置彈性高、組裝敏感度低等優點，適合應用於多樣化正交軸齒輪傳動系統，並具有採用粉末冶金等模造製程製作之潛力。然而，面齒輪於小齒數比(小於 2.0)之設計條件下，容易受到齒形幾何限制，導致有效齒面寬度不足；此外，傳統移位設計以單一移位係數同時控制齒厚與齒高，使兩項幾何參數難以獨立調整與最佳化。為改善上述問題，本研究以小齒輪齒數小於鉋齒刀齒數之正齒輪-面齒輪對為研究對象，直接建立鉋齒刀、面齒輪與小齒輪三者彼此之間幾何嚙合關係，並採用點接觸型式進行齒形設計。研究進一步導入非標準齒廓與互補齒形之設計概念，將鉋齒刀齒厚與齒冠高視為相互獨

立之設計參數，探討不同壓力角條件下，鉋齒刀齒高與齒厚對面齒輪內、外徑，以及小齒輪-面齒輪接觸位置之影響，並建立相應之設計圖表，以作為齒形參數選擇與接觸位置控制之依據。透過調整鉋齒刀與小齒輪之幾何參數，可以增加面齒輪之有效齒面寬度，並同時有效控制齒面接觸位置。實例設計結果顯示，本研究所建立之幾何設計方法可有效增加面齒輪齒面寬度，並降低傳統設計過程中反覆迭代與試誤之需求，提升小齒數比面齒輪對之設計彈性與設計效率。

S02-1: Conceptual Design of Mechanisms and Machines, 機構與機器概念設計

Chair: Shao-Yu Wang

議程主持人: 王紹宇

Time 時間：8:30-10:00, 11/6/2026

Location 地點：IB308

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
8:30-8:45	4	晶圓單面研磨系統之軌跡預測與參數設計	温育叡, 林柏叡, 蔡忠佑, 鄭志鈞
8:45-9:00	5	晶圓雙面研磨之代數運動學建模與軌跡分析	羅偉桀, 侯安擇, 蔡忠佑, 鄭志鈞
9:00-9:15	34	DELTA 機械手臂彈簧重力平衡系統設計與馬達扭矩補償效果研究	鍾昀真, 莊家維
9:15-9:30	35	反應輪隔振系統之設計與分析	吳益彰, 詹謹聰, 王妲淨, 陳佳妘
9:30-9:45	43	應用於銑削顫振空氣聲學監測之號角型收音腔設計與模擬分析	徐國維, 陳裕澍, 王郁仁
9:45-10:00	94	代理模型輔助多目標灰狼演算法於終端對位撓性裝置之最佳化設計	郭岱欣, 劉至行

Time 時間：8:30–8:45 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：4

晶圓單面研磨系統之軌跡預測與參數設計

温育叡 [1], 林柏叡 [1], 蔡忠佑 [2,*], 鄭志鈞 [1]

[1] 國立中正大學機械工程學系

[2] 國立成功大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: cytsai@gs.ncku.edu.tw

本研究針對晶圓單面研磨製程建立以運動學與幾何關係為基礎之理論模型，透過齊次座標轉換推導磨粒於晶圓表面形成之研磨軌跡、剖面形貌與厚度分布，並探討轉速比、雙軸傾角、偏心距離及軌跡重疊行為對加工結果之影響。為驗證模型之合理性，利用 Creo 建立研磨系統幾何模型，將理論計算結果與機構運動分析及實際研磨後之表面紋路進行比較，結果顯示兩者在軌跡分布與形貌變化趨勢上具有良好一致性。此外，本研究分別採用高斯牛頓法與 Levenberg–Marquardt 法建立製程參數逆運算架構，並以高斯迴歸建立實驗結合理論之誤差補償模型。結果顯示，結合理論資訊後，即使在有限訓練資料下仍能維持良好的晶圓厚度預測精度與穩定性，可作為晶圓單面研磨之製程分析、參數設計與形貌預測依據。

Time 時間：8:45–9:00 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：5

晶圓雙面研磨之代數運動學建模與軌跡分析

羅偉桀 [1], 侯安擇 [1], 蔡忠佑 [2,*], 鄭志鈞 [1]

[1] 國立中正大學機械工程學系

[2] 國立成功大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: cytsai@gs.ncku.edu.tw

雙面行星式研磨(Double-Sided Planetary Grinding, DSPG)是半導體晶圓製造中關鍵的平坦化製程，其加工品質受到多重旋轉與行星齒輪運動影響，磨粒軌跡及加工均勻性的形成機制複雜，製程參數多仰賴經驗調整。本研究透過運動學建模與齊次座標轉換建立代數運動模型，推導研磨軌跡，並探討軌跡重疊及重複條件。研究進一步以研磨次數分佈與變異係數評估加工均勻性，並導入方向 Shannon 熵量化軌跡方向的隨機程度，同時利用 Creo 運動模擬驗證模型。結果顯示，理論磨粒軌跡與模擬結果高度一致；適當調整轉速比與加工循環數可提升研磨分佈均勻性，而循環數超過最小軌跡重複條件後，改善效果逐漸趨於穩定。本研究成果可作為製程參數最佳化與設備設計之理論依據。

Time 時間：9:00-9:15 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：34

DELTA 機械手臂彈簧重力平衡系統設計與馬達扭矩補償效果研究

鍾昀真 [1], 莊家維 [2,*]

[1] 淡江大學學校財團法人淡江大學機械與機電工程學系

[2] 國立臺灣師範大學機電工程學系

[*]Corresponding Author: juangcw@ntnu.edu.tw

本研究為彈簧系統對 DELTA 機械手臂運動時之重力平衡系統設計與馬達扭矩補償效果研究。研究中採用空間向量形式推導機械臂重力勢能及彈簧系統之彈力勢能方程式，為達成重力平衡，須使系統總勢能於機械臂任意姿態下皆呈定值，由此關係式解出彈簧系統之彈簧彈性常數及安裝位置，使機械臂達到理論上的全域平衡。為驗證彈簧系統對機械臂馬達扭矩的補償效果，研究中利用 MATLAB Simulink 模擬，於此次研究給定之路徑動作下，測試機械臂於不同速度下馬達輸出扭矩的補償變化。其中於低速模擬過程中，馬達輸出扭矩降低達 90.14 %，顯示彈簧重力平衡系統設計於理論上能有效補償馬達扭矩。

Time 時間：9:15-9:30 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：35

反應輪隔振系統之設計與分析

吳益彰 [1,*], 詹謹聰 [2], 王妲淨 [1], 陳佳妘 [1]

[1] 國立雲林科技大學機械工程系

[2] 大葉大學機械與自動化工程學系

[*]Corresponding Author: wuyc@yuntech.edu.tw

衛星在地球觀測、氣象預報與通訊導航中扮演關鍵角色，其任務成功與否取決於其姿態控制。因需要準確的資料或清晰的圖像，飛行姿態的控制與調整對於衛星來說是一大考驗，常在衛星中安裝反應輪 (Reaction wheel)，用來控制衛星的飛行姿態使其平穩運行。然而反應輪於發射升空過程中，必須承受嚴苛的負荷考驗，其中衝擊振動易造成內部精密結構損壞。本文提出適用於反應輪之衝擊隔振系統設計。在設計並驗證一款應用於微衛星姿態控制之反應輪結構體，使其在嚴苛的載具發射與衛星分離環境下，仍能維持高度的結構完整性與穩定性。在設計驗證階段，本研究利用有限元素分析軟體進行模擬。進行反應輪的模態分析、靜態結構分析、正弦振動分析，衝擊振動分析模擬。藉由各項數值分析之應力結果進行結構安全餘裕計算。證實反應輪結構本體與隔振機構在各項嚴苛環境下均具備充足的正安全餘裕，滿足航太任務之結構安全與可靠度要求。

Time 時間：9:30–9:45 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：43

應用於銑削顫振空氣聲學監測之號角型收音腔設計與模擬分析

徐國維 [1], 陳裕澍 [1], 王郁仁 [2,*]

[1] 國立中山大學機械與機電工程學系

[2] 國立成功大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: yujenwang@gs.ncku.edu.tw

顫振為銑削中的自生的振動，會劣化表面品質並縮短刀具壽命。本團隊先前以低成本聽診器式麥克風結合同步壓縮轉換(SST)時頻分析，於顫振發展前 0.14-0.26 s 辨識並即時調整主軸轉速，成本較指向型麥克風低 95%，Ra 由 22.8 μm 降至 2.3 μm。以第一代腔體以經驗法則設計，響應於顫振能量所在之 2000-4000 Hz 未最佳化。本文以 COMSOL Multiphysics 建立號角型收音腔之聲固耦合模型，先以二維軸對稱掃描號角、耦合層及分支管參數，再以三維驗證。環狀分支管之間隙屬狹窄通道，故納入狹區聲學(Narrow Region Acoustics)特徵，忽略其熱黏

性損耗將使共振峰高估 12-24 dB。結果顯示：(1)號角長度 20-30 mm 下，第一軸向共振位於 5-6 kHz 以上，顫振頻寬落於低頻衰減段與該共振之間，此區段缺乏可利用之模態，設計目標應為提升該區段增益，模擬進一步得知，長度與口徑可調移駐波位置與增益，使凹陷得主動補償；(2)厚度數毫米之耦合層作用如可壓縮彈性薄層，而非四分之一波長阻抗轉換層，其效果由體積模數與厚度比 K/t 而非阻抗匹配所採用之特性阻抗 ρc 決定，依此方法選材可提升頻寬增益；(3)環狀分支管之長度決定作用頻率，可將反共振與共振峰值移入目標頻寬，但峰值頻寬極窄，對平均增益助益有限；四分之一波長公式與模擬相差 5-12%，須納入有效長度修正。

Time 時間：9:45–10:00 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：94

代理模型輔助多目標灰狼演算法於終端對位撓性裝置之最佳化設計

郭岱欣 [1], 劉至行 [1,*]

[1] 國立成功大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: chliu@mail.ncku.edu.tw

在機器手臂自動化裝配任務中，終端對位撓性裝置(Remote center compliance device, RCC device)能有效補償誤差以避免裝配失敗。然而，現有 RCC 設計多仰賴經驗法則，缺乏系統化方法。為此，本研究提出一套結合代理模型與多目標演算法的設計流程，以求得 RCC 結構之最佳幾何參數。針對最佳化結果，本研究採用雙材料 3D 列印製作實體進行實驗驗證，包含剛性量測、最大偏移量與偏轉角度測試與裝配力量測等。結果顯示與市售 RCC 裝置相比，本研究設計之 RCC 裝置在橫向與抗壓剛性上分別提升了 226%與 136%，整體裝配補償成功率則提高 40 %。由裝配實驗結果可知，本裝置最大可容許之偏移補償量為 6 mm、偏轉角度為 4°，且在純偏移情境下之裝配合力較市售品減少 51%。上述實驗結果驗證了本研究所提出之最佳化流程，能有效設計出兼具高結構剛性與良好誤差補償能力之 RCC 裝置。

S02-2: Conceptual Design of Mechanisms and Machines, 機構與機器概念設計

Chair: Chia-Wei Juang

議程主持人: 莊家維

Time 時間：10:20-11:50, 11/6/2026

Location 地點：IB308

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:20-10:35	92	穿戴式手指關節肌肉訓練裝置之機構設計	謝明政, 陳羽薰
10:35-10:50	101	具可變拓樸手指機構開發	鄧又嘉, 林彥樺
10:50-11:05	106	基於雙球面子機構之單迴路多模式 7R 機構的運動模式與運動分支分析	周廷瑋, 林彥樺
11:05-11:20	107	應用於抓球之七連桿球面機構順應性設計與運動學分析	吳冠忠, 林彥樺
11:20-11:35	109	具內外夾持切換能力之可重構攀爬機器人設計與分析	邱昱鈞, 張兆瑋, 黃俊嘉, 郭柏威, 徐崇哲, 林彥樺
11:35-11:50	133	AI 輔助公差配合設計系統之研究	陳泓文, 蔡志成, 陳冠辰, 王郁仁

Time 時間：10:20-10:35 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：92

穿戴式手指關節肌肉訓練裝置之機構設計

謝明政 [1], 陳羽薰 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhchen@mail.ntust.edu.tw

隨著高齡化社會發展，手部肌力與抓握功能退化逐漸成為影響日常生活能力的重要問題。本研究提出一款新型穿戴式被動手部肌力訓練機構，旨在兼顧穿戴安全性、運動精準度與訓練需求，改善傳統剛性外骨骼體積笨重及軟式機構驅動力不足等問題。首先，運用創意機構設計方法，透過拓樸構造分析與圖譜合成程序，設計具 2 個自由度、8 桿與 11 接頭之手指連桿機構，可分別對應掌指關節(Metacarpophalangeal joint, MCP)與近端指間關節(Proximal interphalangeal joint, PIP)運動，使各指節具獨立活動能力，並降低機構運動時對手指造成異常擠壓的可能性。在機構尺寸設計與驗證方面，利用攝影機搭配 Tracker 影像追蹤軟體量測受測者抓握 5 種日常物品之手指運動軌跡，並選取關節角度需求最大的側捏抓握作為設計目標。進一步利用幾何約束編程 (Geometric Constraint Programming, GCP)，依據食指至小指不同指節尺寸進行機構尺度設計，再透過 SAM 機構模擬軟體配置拉伸彈簧參數，並以 ADAMS 進行多體動力學分析，驗證彈簧作用力與關節扭矩符合設計需求。最後完成實體原型機製作與人體穿戴測試，結果顯示本機構可提供各手指獨立訓練，並能完成多種日常抓握動作；其運動範圍與彈簧負載亦符合設計需求。研究結果證實所提出之穿戴式被動手部肌力訓練機構具良好可行性，可望作為手部肌力訓練與日常抓握功能輔助之設計基礎。

Time 時間：10:35-10:50 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：101

具可變拓樸手指機構開發

鄧又嘉 [1], 林彥樺 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhlin@mail.ntust.edu.tw

為克服傳統剛性與柔順致動器在設計上的侷限，本研究提出一款具有剛柔轉換能力之手指機構。該機構整合可重構機構理論與 PRPR 軸約束連桿，建構出自由度可變之模組化手指，並引入欠驅動機制與預載彈簧，以提升機構與環境互動時的順應性。所開發之手指由兩組相同機構模組串接而成，透過控制致動器之正反轉，可於 2 至 4 自由度之間切換三種功能模式，

依任務需求調整機構特性，兼具剛性機構之精確控制與柔性機構之順應能力。為驗證設計之可行性，本研究建立手指之運動學模型，推導末端執行器位置與關節角度之對應關係，並透過靜力平衡分析與 Jacobian 矩陣建構致動器輸入與指節運動輸出間之速度關係與奇異點分析。並根據解析結果分別與 RecurDyn 之位置與靜力模擬分析，以及原型機之實驗量測結果進行比對驗證。

Time 時間：10:50-11:05 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：106

基於雙球面子機構之單迴路多模式 7R 機構的運動模式與運動分支分析

周廷瑋 [1], 林彥樺 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhlin@mail.ntust.edu.tw

傳統遠端運動中心(RCM)機構具備精確運動與控制複雜度低的優點。為了增加其多任務適應性，現有變 RCM 機構多為調整單一 RCM 位置。本研究分析一種基於雙球面子機構建構之單環 7R 空間機構，透過其特殊幾何關係與兩個轉軸上的致動器，實現一個一般 7R 空間機構與兩個 4R 球面機構運動模式之間的切換，兼具過約束機構的高剛性、低累積誤差、奇異點迴避與多工作空間適應性。本研究建構此機構的多模式運動學模型，包含其閉迴方程式、輸入輸出方程式之因式分解與子運動模式之關係，為後續設計此類機構提供所需的設計參數。

Time 時間：11:05-11:20 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：107

應用於抓球之七連桿球面機構順應性設計與運動學分析

吳冠忠 [1], 林彥樺 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhlin@mail.ntust.edu.tw

遠端運動中心(Remote Center of Motion, RCM)機構已廣泛應用於醫療復健輔具以及手術機器人的場景中，然而此機構缺乏順應性，當應用於不同尺寸與形狀物體之抓取時，其適應能力仍有改善空間。本研究提出一種由七連桿構成之閉環球面機構(7R)，所有關節軸心皆通過同一球心並沿著此球面運動，具備遠端運動中心機構之特性。此機構具有四個自由度，採兩組致動器驅動，並配置兩組彈性元件來提供被動拘束以限制多餘自由度，無外力狀態時維持遠端運動中心機構特性，在外力作用下則展現遙軸順應性(Remote Center Compliance, RCC)之特性，可產生微小傾轉提供順應性。本研究建立完整的正逆向運動學模型，並比較其在無外力之工作空間與受力下之擴增工作空間，且進一步觀察不同球種之棒球抓取之適應能力。結果顯示，所提之 7R 閉環球面順應機構兼具遠端運動中心之幾何約束與遙軸順應性之能力，能夠適應不同球種之抓取需求，具推動遠端運動中心機構與遙軸順應性機構應用於球體抓取之潛力。

Time 時間：11:20–11:35 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：109

具內外夾持切換能力之可重構攀爬機器人設計與分析

邱昱鈞 [1], 張兆瑋 [1], 黃俊嘉 [1], 郭柏威 [1], 徐崇哲 [1], 林彥樺 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhlin@mail.ntust.edu.tw

現有巡檢機器人多針對特定環境或幾何目標設計，較難以單一機構同時適應平面、管壁內側及管壁外側等不同作業環境。為提升機器人之環境適應能力，本研究提出一種以八連桿萬花環(Kaleidocycle)機構為核心之可重構攀爬機器人，利用機構連續翻轉與構型變化特性，實現平面移動、圓柱與方柱外側夾持，以及管壁內側夾持等不同運動模式。首先，採用 Denavit–Hartenberg 方法建立八連桿閉迴機構之運動學模型，並結合解析解與數值方法分析其可行構型及構型間之對應關係，其次，建立不同夾持模式下之幾何模型，以分析可夾持範圍，並透過靜力平衡與庫倫摩擦條件推導圓柱攀爬時之防滑條件及夾持性能，進一步以夾持範圍相對於機構重量、摩擦性能及結構應力作為設計指標，探討幾何參數對機構性能之影響，最後，完成可重構攀爬機器人原型製作與構型切換測試，初步驗證所提出機構可實現內外夾持切換及攀爬功能。研究結果顯示，萬花環機構之大範圍構型變化可作為整合多種夾持與移動模式之機械架構，為多環境巡檢機器人之可重構設計提供一種可行方案。

Time 時間：11:35–11:50 11/6/2026

Location 地點：IB308

Paper ID 論文編號：133

AI 輔助公差配合設計系統之研究

陳泓文 [1], 蔡志成 [1,*], 陳冠辰 [1], 王郁仁 [2]
[1] 國立中興大學機械工程學系
[2] 國立中山大學機械與機電工程學系
[*]Corresponding Author: jctsai@dragon.nchu.edu.tw

機械產品開發中，幾何尺寸與公差配合是連結設計需求與製造精度的關鍵介面。本研究提出一套人工智慧 (AI)輔助公差配合設計系統:先整合 ISO 286 公差資料與 ANSI 配合規則建構公差配合知識庫，再對 CAD 檔案進行幾何處理，建立裝配模型、識別零件接觸關係並萃取零件特徵；並透過檢索增強生成(RAG)與基於圖譜增強檢索(GraphRAG)雙路徑檢索，分別擷取標準規範內容與零件間之特徵關聯，生成兼具規範依據與工程脈絡之公差配合規格，回寫至對應之配對特徵，形成「功能設計→公差配合推薦→公差配合回寫→公差分析→公差調配」之設計迴路。其中公差數值與配合代號均取自檢索結果，語言模型僅負責語意解析與結果組織。以一工具機旋轉工作臺為案例驗證，系統可對全部 21 組孔軸配對產生公差配合建議；於選定之公差累積路徑上，套用推薦配合後徑向累積公差改善約 20%~25%，再依敏感度與貢獻度分析進行第二輪公差調配後，軸向累積公差改善約 93%。結果支持系統之技術可行性，並使推薦之工程效益得以量化，可作為減少設計試誤、提升效率之支持系統。

S03-1: Automation Control of Mechanisms and Machines, 機構與機器自動化控制

Chair: Yu-Hsun Chen

議程主持人: 陳羽薰

Time 時間：8:30-10:00, 11/6/2026

Location 地點：IB305

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
8:30-8:45	12	具質心調整機構之球型機器人設計與 PSO 最佳化模糊姿態控制	葉昊恩, 陳冠辰
8:45-9:00	38	智慧全方位消防機器人之設計與製作	黃煜翔, 吳岳澄, 江翊嘉, 鐘培誠, 賴岦俊
9:00-9:15	44	無人機投放機構設計與機構作動分析	陳柏聿, 陳冠辰
9:15-9:30	56	被動順應與自復位機構應用於 AMR 對接工作站	張愷勛, 梁書豪
9:30-9:45	64	人形機器人模仿學習之動作追蹤與實機部署	王雋誠, 藍兆杰
9:45-10:00	145	面向折床閉環控制之即時折彎角視覺量測系統：抗回彈鎖定與 Modbus RTU 介面設計	廖以軒, 石沛晨, 劉建宏, 沈銘原

Time 時間：8:30–8:45 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：12

具質心調整機構之球型機器人設計與 PSO 最佳化模糊姿態控制

葉昊恩 [1], 陳冠辰 [1,*]

[1] 國立中興大學機械系

*Corresponding Author: gcchen0330@dragon.nchu.edu.tw

本研究針對球型機器人之姿態穩定問題，設計一套結合內部驅動與質心調整之球型機器人機構。系統於 Pitch 軸採用直流馬達驅動內部機構產生前後運動，Roll 軸則透過負重箱橫向移動改變整體質心位置，利用質心偏移所產生之重力力矩進行左右姿態修正。考量球殼滾動、質心位移及地面接觸所造成之非線性動態特性，本研究導入模糊姿態控制，並利用粒子群最佳化演算法（Particle Swarm Optimization, PSO）搜尋控制參數，再結合線上適應性調整提升實際運動時之姿態穩定能力。實驗結果顯示，經 PSO 最佳化與線上調整後，Roll 軸最大絕對偏移量由 6.37° 降至 3.24°，均方根誤差由 2.515° 降至 1.489°，峰對峰值由 11.28° 降至 6.43°，分別改善 49.14%、 40.80% 與 43.00%，驗證所提出質心調整機構與控制方法之可行性。

Time 時間：8:45–9:00 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：38

智慧全方位消防機器人之設計與製作

黃煜翔 [1], 吳岳澄 [1], 江翊嘉 [1], 鐘培誠 [1], 賴岦俊 [1,*]

[1] 國立屏東大學智慧機器人學系

*Corresponding Author: lclai@mail.nptu.edu.tw

隨著智慧城市與無人載具技術的快速發展，消防機器人在高危險環境中的應用備受重視。然而，現有工業級消防載具多採用履帶或差速輪設計，不僅建置成本高昂，在狹窄火場中的機動性亦受限。本研究提出一款低成本、高機動性之全向移動智慧消防小車。本系統以 ESP32 微控制器為核心，搭配麥克納姆輪(Mecanum Wheels)實現全方位移動。硬體架構採用兩片 L298N 驅動模組，使四顆馬達各自擁有獨立之 PWM 與方向控制通道，避免同側前後輪並聯所造成之反向推力衝突；感測系統整合 MPU6050 六軸陀螺儀進行 PD 姿態校正，並結合 HC-SR04 超音波感測器實現即時避障與任務時間補償。通訊層利用 ESP-NOW 協定接收感測節點之火警廣播，並以任務佇列管理多個火點，達成定點滅火。實驗證實，本系統在加入軟體速差補償與 PD 控制後，可有效抑制馬達硬體公差與電池壓降所造成之軌跡偏移，平移與直

行之軌跡誤差率(垂直行進方向之偏移量除以行進距離)皆低於 5%(實測為 1.4~2.7%)，具備實務應用潛力。

Time 時間：9:00-9:15 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：44

無人機投放機構設計與機構作動分析

陳柏聿 [1], 陳冠辰 [1,*]

[1] 國立中興大學機械工程系

[*]Corresponding Author: gcchen0330@dragon.nchu.edu.tw

隨著無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)技術快速發展，無人機已逐漸應用於偵察、監視、目標搜索與任務酬載等國防領域。為提升無人載具執行多元任務之能力，若能由母機於飛行過程中攜帶並投放其他任務型無人機或飛彈，可進一步擴展其任務範圍與運用彈性，因此投放裝置之夾持穩定性、釋放可靠度及快速分離能力為重要設計需求。本研究首先參考現有 SUU-20/A 掛載與投放機構之設計概念，其可進行多枚酬載掛載與投放，但傳統航空投放裝置主要針對既定軍用酬載設計，且多採用火工作動或高壓氣體等方式進行強制分離，在小型化、重複使用及機電整合應用上具有一定限制。因此，本研究參考既有航空投放裝置之幾何構型，設計一套可搭載於母機之機械式投放機構，主要由楔形推桿、滾輪、左右夾爪及彈簧儲能元件組成，透過推桿與夾爪之連動機制完成酬載固定與快速釋放，並利用彈簧儲存之彈性位能提供推桿作動所需之驅動力。設計過程考量既有構型之相容性與安裝空間限制，針對夾爪厚度、外形輪廓及配置位置進行調整，使夾爪與酬載外殼形成幾何相似，主要藉由接觸面提供承靠與支撐作用，以承受約 2 kg 酬載之重量，而非依靠主動夾緊力固定酬載。此外，利用 SolidWorks 建立三維機構模型，評估夾爪開啟角度、楔形推桿位移行程及酬載解除約束所需之幾何條件，據以調整機構尺寸與作動範圍，確保夾爪開啟後具有足夠的酬載分離空間，並降低機構作動過程中發生干涉之可能性。再以 ANSYS 動態結構分模擬彈簧驅動推桿之動態釋放過程，分析推桿運動速度及其與酬載外殼接觸時產生之瞬態作用力與應力分布，

評估推出瞬間是否可能造成酬載外殼局部結構損傷，作為機構設計與釋放性能驗證之依據，並製作實體機構進行作動驗證。此外，建立 Arduino、伺服馬達及超音波感測器之釋放行程量測系統，初步三次有效測試之平均釋放時間為 0.471 s，平均釋放行程為 2.711 cm。後續將進一步進行夾爪開合力與推桿作用力量測，並透過 1000 次重複投放試驗評估機構之釋放成功率與可靠度，作為後續無人飛行載具酬載投放機構設計與最佳化之依據。

Time 時間：9:15–9:30 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：56

被動順應與自復位機構應用於 AMR 對接工作站

張愷勛 [1,*], 梁書豪 [2]

[1] 國立臺灣科技大學應用科技學士學位學程

[2] 國立臺灣科技大學智慧製造科技研究所

[*]Corresponding Author: B11130223@gmail.ntust.edu.tw

本機構具備高經濟性、系統簡單與極低維護成本三大核心優勢:以純機械結構取代昂貴的高精度視覺與電磁補償，運作過程零能耗，免去複雜線路與演算法，減輕車體負擔；完全剔除易過熱與卡死之元件，大幅提升平均故障間隔時間，極具工業級可靠度。現行 AMR 車體主要依賴雷達、磁條導引或 QR Code 等定位技術駛向工作站，然而受限於感測器解析度、輪胎磨損及地面不平，停車定位往往存在正負 10mm 的累積公差。當 AMR 進行重載移載時，若僅靠雷達對準硬撞入 AS/RS 工作站，極易導致機構損毀；若欲單靠軟體與感測器重複微調對位，則會拉長對接時間、大幅降低生產效率。為此研究結合雙軸十字線性滑軌與高預緊力模具彈簧之純機械導向載台。AMR 僅需依靠雷達駛入大致位置，載台即可利用站台 V 型槽之撞擊分力克服彈簧預緊力，被動提供正負 10mm 順應導正；離站時彈簧將平台導正，再透過負重插銷定位，確保載台剛性鎖定，以極簡結構完美補足雷達定位的物理極限。

Time 時間：9:30–9:45 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：64

人形機器人模仿學習之動作追蹤與實機部署

王雋誠 [1,*], 藍兆杰 [1]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: psr2320660@gmail.com

本文以所開發之人形機器人平台為研究對象，建立由人體參考動作、動作重定向、模仿學習訓練至實體部署之運動控制流程。首先將人體骨架動作重定向至人形機器人之關節空間，使參考動作符合機器人之關節配置、運動範圍與機構限制，並於物理模擬環境中進行動作追蹤訓練，使控制策略能學習行走、蹲下及轉向等動作。本文研究之人形機器人採用閉環連桿機構，馬達輸出需經連桿機構傳遞至各關節，其機構幾何、關節限制、質量與慣量分布及致動器特性，皆可能影響模擬訓練所得控制策略於實體機器人上的部署表現。針對模擬端與實際部署端之間所產生的 sim-to-real 落差，本文由閉環機構建模、參考動作可行性及訓練設定等面向進行分析與調整，以提升控制策略於實體機器人上的部署表現。目前所建立之訓練與部署流程已完成蹲下與行走動作之實機驗證，實際部署過程亦顯示，動作重定向品質、機構模型與實際機構之一致性，以及致動器條件皆會影響模仿學習策略之實機控制表現。本文藉由整合動作重定向、模擬訓練與實機驗證，建立具閉環連桿機構人形機器人之模仿學習與實體部署流程，作為後續運動控制研究之基礎。

Time 時間：9:45–10:00 11/6/2026
Location 地點：IB305
Paper ID 論文編號：145

面向折床閉環控制之即時折彎角視覺量測系統：抗回彈鎖定與 Modbus RTU 介面設計

廖以軒 [1], 石沛晨 [2], 劉建宏 [3,*], 沈銘原 [1,*]

[1] 國立中興大學精密工程研究所
[2] 國立中興大學工業與智慧科技學位學程
[3] 國立中興大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: carusliu@email.nchu.edu.tw, myshen@nchu.edu.tw

折彎角度為折床成形最關鍵之品質指標，惟回彈使「以模具行程預先補償」之開環策略難以穩定，產線亦長期缺乏能於成形過程中即時量測角度並回授控制器之手段。本文報告一套以「圖樣化背光交界點差分量測法」為感測核心之折彎角即時量測系統，聚焦三項系統設計：其一，相機處理、UI 與 Modbus 通訊解耦為三條執行緒，任一側之延遲均不致影響量測節拍；其二，逐幀角度經卡爾曼濾波後輸入兩態抗回彈鎖定狀態機，追蹤下壓行程之角度極小值、於自極小值回升逾門檻 δ 時鎖定輸出——僅偵測回彈起始事件，不預測回彈量；其三，通訊介面刻意收斂為單一保持暫存器區（8 筆 16 位元）之 Modbus RTU 從站，上位以單次讀取加單次寫入即完成全部對接。於受控實驗室以光學桌替代協定實測：低功耗平台達 15–16 FPS、單幀延遲中位 61–63 ms，最嚴苛時序之交握驗收 10/10 通過，冷開機 134 分鐘之漂移包絡$<0.05^{\circ}$，抗回彈鎖定 9 試次全數正確、無誤鎖無漏鎖。閉環通訊之驗收止於 RS-485 自連迴路，折床實機之量化驗證列為未來工作。

S03-2: Automation Control of Mechanisms and Machines, 機構與機器自動化控制

Chair: Feng-Ming Ou

議程主持人: 歐峯銘

Time 時間：10:20-11:50, 11/6/2026

Location 地點：IB305

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:20-10:35	45	徑向磁通渦電流制動器導磁塊構型之扭矩與自調節特性實驗評估	陳泓任, 林辰澔, 歐峯銘
10:35-10:50	70	人形機械手臂強化學習之取放策略訓練與實機部署	郭柏均, 藍兆杰
10:50-11:05	80	面向 Digital Shadow 之跨運車虛擬模型建置與 ROS 2 資訊映射	林宏安, 蘇偉儁
11:05-11:20	84	3D 尺寸線上智慧型尺寸量測系統之開發	彭聖宗, 林瑞璋, 王永成, 范揚讓
11:20-11:35	93	機械手臂力回授姿態迭代補償與跨規格鑽石粒皿磨削預測系統	簡崇恩, 張睿哲, 湯科爾, 劉俊葳
11:35-11:50	110	基於應力數位孿生之雙臂機械手智慧軌跡規劃與多軸運動控制研究	詹耀賢, 彭達仁

Time 時間：10:20–10:35 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：45

徑向磁通渦電流制動器導磁塊構型之扭矩與自調節特性實驗評估

陳泓任 [1], 林辰澔 [1], 歐峯銘 [1,*]

[1] 國立成功大學機械工程學系

*Corresponding Author: ou_fm@gs.ncku.edu.tw

被動式自調節磁制動器免外部電力，但在有限體積與行程下常有扭矩調節幅度受限的問題。本研究比較徑向磁通渦電流制動器之實心導體與具導磁塊之開槽構型，分別進行固定重疊長度及加入離心自調節機構之離散穩態測試。結果顯示，極小重疊時導磁塊構型扭矩略低；重疊長度達 3.0 mm 至 4.5 mm 之過渡區間時，兩構型扭矩差異由近似相當轉為前者明顯較高。儘管在 6.0 mm 處提升率曾出現短暫回落之非單調變化，整體而言聚磁效應仍主導了正向之扭矩提升。在 382 至 492 RPM 自調節測試中，導磁塊構型之系統扭矩均較高，但軸向位移較小。結果說明該構型具系統層級可行性，惟開槽、磁通集中及附加磁力或摩擦力的個別影響仍待驗證。

Time 時間：10:35-10:50 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：70

人形機械手臂強化學習之取放策略訓練與實機部署

郭柏均 [1,*], 藍兆杰 [1]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

*Corresponding Author: petergfather@gmail.com

本文針對自主開發之人形機械手臂，建立一套整合 MuJoCo 物理模擬、強化學習策略訓練與實機部署之取放任務控制流程。首先於模擬環境中建構包含平行連桿閉環機構及夾爪齒輪齒條數學拘束之手臂模型，架設含立方物件與置物盒之取放場景，並以座標式觀測取代影像觀測，使策略訓練聚焦於機構運動而不受視覺域差異影響。為提升控制平滑度及穩定性並降低 sim-to-real 落差，本文選定關節速度作為動作空間，並據此完成接近、夾取、抬升移動與放置等連續動作。針對訓練過程中策略以非預期方式滿足獎勵函數(如先推倒物件再行夾取或推移物件翻越盒壁)之問題，本文透過定義末端姿態、動作先後門檻條件與成功判定準則重構獎勵結構，使所學得之動作符合任務語意，並建立定量評估機制。在實機部署方面，針對

模組化致動器內部速度規劃架構與模擬模型不一致所產生之落差，本文分析馬達內部參數與狀態回授表現，據以調整模擬所採用之致動器參數，實現模擬與實體機器人響應之一致性。目前所建立之訓練與部署流程已完成取放任務之實機驗證，實際部署過程亦顯示，動作空間選擇、獎勵結構之條件設計與致動器響應特性皆會影響強化學習策略之實機控制表現。本文藉由整合模擬訓練與實機驗證，建立人形機械手臂取放任務之強化學習與實體部署流程，作為後續物件堆疊等進階操作研究之基礎。

Time 時間：10:50–11:05 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：80

面向 Digital Shadow 之跨運車虛擬模型建置與 ROS 2 資訊映射

林宏安 [1], 蘇偉儁 [1,*]

[1] 國立臺灣大學機械工程系

[*]Corresponding Author: weijiunsu@ntu.edu.tw

隨著港口貨櫃運輸朝向自動化發展，建立可反映實體載具結構、運動特性與控制資訊之虛擬模型，可作為後續數位雙生、載具監控及自主控制研究的重要基礎。本研究以四輪跨運車為研究對象，使用 NVIDIA Isaac Sim 作為模擬平台，依據跨運車實體結構建立虛擬模型，並建置車體結構及驅動、轉向及升降等主要運動機構，使模型具備與實體跨運車相對應之基本運動能力。模型建置以 Digital Shadow 之資訊映射概念與跨運車機構運動關係為基礎，透過各運動機構與控制資訊之對應，使外部資訊得以映射至虛擬載具。為建立外部控制系統與虛擬模型間之資訊傳輸，進一步整合 ROS 2 通訊架構，將外部輸入資訊轉換為虛擬跨運車所需之運動控制訊號。在此架構下，完成跨運車虛擬模型、主要運動機構及通訊控制架構之建置，並執行四輪轉向、目標位置移動及連續控制指令等功能測試，確認外部控制資訊可驅動虛擬跨運車產生相應之運動行為。所建立之架構可作為後續導入實車即時資訊、虛實狀態同步，以及進一步發展完整數位雙生系統之基礎。

Time 時間：11:05–11:20 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：84

3D 尺寸線上智慧型尺寸量測系統之開發

彭聖宗 [1,*], 林瑞璋 [2], 王永成 [1], 范揚讓 [1]

[1] 國立雲林科技大學機械工程系

[2] 國立虎尾科技大學機械設計工程系

[*]Corresponding Author: M11411076@yuntech.edu.tw

本研究開發一套基於十字形雷射結構光與三角測量原理之智慧量測系統，針對精密零組件進行非接觸式線上多維度幾何特徵檢測，以解決傳統接觸式量測之缺失。系統核心演算法採用『次像素重心法』，並結合二階多項式與空間線性補償模型，精準還原 Z 軸厚度與雙向寬度尺寸；同時，軟體端整合具備動態數據監控與 PLC 即時通訊控制之自動化人機介面。實驗證實，本系統能有效克服邊緣散射干擾，在多種規格試片測試下，厚度平均誤差僅為 0.0037 mm(相對誤差 0.026%)，寬度平均系統誤差為 0.0082 mm，展現極高之量測準確度與優異的重現性。

Time 時間：11:20–11:35 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：93

機械手臂力回授姿態迭代補償與跨規格鑽石粒皿磨削預測系統

簡崇恩 [1,*], 張睿哲 [1], 湯科爾 [1], 劉俊葳 [1]

[1] 國立清華大學動力機械工程學系

[*]Corresponding Author: tron@gapp.nthu.edu.tw

高精度光學鏡片廣泛應用於醫療、航太與半導體等產業，其加工方式主要透過鑽石粒皿進行鏡片研磨與拋光皮修整，然而鑽石粒皿的前置加工-對修製程仍高度仰賴技師手工操作，加工結果容易受到操作者經驗與施力狀態影響，並且缺乏製程參數記錄。本研究結合機械手臂、六軸力-力矩感測器、迭代補償算法與下壓力預測模型，建立多規格鑽石粒皿對修系統，針對不同規格之鑽石粒皿，提出最佳下壓力建議參數。本研究使用迭代學習控制補償策略，使下壓力誤差收斂至 ±2 N，並使力矩誤差收斂至 ±5 N·m。透過下壓力與對修量分析實驗，證明下壓力可作為預測鑽石粒皿修整量之有效參數。進一步提出單顆鑽石粒等效受力守恆機制，將基準預測方程式延伸至不同規格之鑽石粒皿，驗證結果顯示預測磨削量與實測之方均根誤差小於 1 μm，低於產線要求的 3 μm 面型誤差，證明本研究建構之鑽石粒皿對修系統可作為未來製皿精修製程自動化之基礎。

Time 時間：11:35–11:50 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：110

基於應力數位孿生之雙臂機械手智慧軌跡規劃與多軸運動控制研究

詹耀賢 [1], 彭達仁 [2,*]

[1] 國立勤益科技大學機械工程系

[2] 國立勤益科技大學智慧自動化工程系

[*]Corresponding Author: TJPeng@ncut.edu.tw

本研究以自組 8 自由度雙臂機器人為研究平台，建立結合多體動力學分析、結構應力預測、智慧軌跡規劃與多軸控制之數位孿生架構。首先建立雙臂機器人運動學與多體動力學模型，分析不同姿態及運動條件下之關節負載與結構應力響應，以探討機器人姿態與結構負載間之關聯。接著建立姿態與結構應力之對應資料，並導入代理模型進行快速應力預測，以降低重複執行高計算成本結構分析之需求。進一步將預測之結構應力納入軌跡規劃，使機器人在滿足工作任務與運動平滑性之同時，亦能兼顧結構負載與運轉安全。控制系統則建構多軸伺服

運動控制與狀態回授架構，完成數位分析、應力預測、軌跡規劃及運動控制之整合流程。本研究可作為後續雙臂機器人智慧控制與數位孿生實體驗證之基礎。

S04: Intelligent Machinery and Smart Manufacturing, 智慧機械及智慧製造

Chair: Cheng-Jung Yang

議程主持人: 楊政融

Time 時間：10:20-11:50, 11/6/2026

Location 地點：IB307

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:20-10:35	22	結合多模態交叉融合與備援式 AI 決策機制之智慧分類垃圾桶研製	姜兆源, 陳宥廷, 梁益華, 楊政融
10:35-10:50	41	基於景深辨識與針痕影像分析之晶圓點測探針磨耗評估	許品舜, 張珈綺, 梁育禎, 劉俊葳
10:50-11:05	42	基於聲音訊號之銑削顫振即時偵測與主軸轉速抑制系統	陳裕澍, 徐國維, 王郁仁
11:05-11:20	63	諧波齒輪致動器之數據驅動扭矩估測與應用	黃竣鴻, 陳亦星, 藍兆杰
11:20-11:35	98	振動軌跡約束之物理資訊深度自編碼器於鑽削刀具磨耗監測之應用	邱昱阱, 陳冠勳, 張宗聖
11:35-11:50	131	基於微透鏡陣列光學膜之低成本 Shack–Hartmann 波前感測器開發	張承詰, 謝易峻, 饒秉軒, 王宇騏, 林鼎聂

Time 時間：10:20–10:35 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：22

結合多模態交叉融合與備援式 AI 決策機制之智慧分類垃圾桶研製

姜兆源 [1], 陳宥廷 [1], 梁益華 [1], 楊政融 [1,*]

[1] 國立中山大學機械與機電工程學系

*Corresponding Author: cjyang0521@mail.nsysu.edu.tw

本研究設計並實作一套具備動態容錯與雲地協作機制之人工智慧物聯網智慧分類垃圾桶，旨在解決現有分類設備面臨之「同色異質物體難以辨識」及「邊緣 AI 模型過度自信產生高分誤判」兩大技術痛點。為解決首項痛點，在演算法層面，建構視覺與撞擊聲學(梅爾頻譜)之多模態交叉注意力融合網路，並引入模態丟失訓練，以克服輕薄垃圾碰撞無聲之限制。針對第二項痛點，決策層面創新導入證據深度學習，精準量化邊緣模型之認知不確定性；當不確定性超越於驗證集校準之閾值時，系統即動態觸發雲端視覺語言模型(Gemini)進行備援推理。在硬體機構上，本系統以具防卡料自主排障功能之雙自由度雲台執行實體分選。以 1，305 組影像與撞擊聲配對資料實機驗證，多模態融合之測試集準確率由純視覺之 92.89%提升至 98.48%，聲音輸入遮蔽時仍維持 96.45%；雲地串接後達 99.49%，高於僅地端與僅雲端配置，實現兼具低延遲與高可靠性之智慧回收方案。

Time 時間：10:35–10:50 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：41

基於景深辨識與針痕影像分析之晶圓點測探針磨耗評估

許品舜 [1,*], 張珈綺 [1], 梁育禎 [1], 劉俊葳 [1]

[1] 國立清華大學動力機械工程系

*Corresponding Author: dannyhsu13@gmail.com

晶圓點測過程中，探針會反覆與晶圓電極接觸，隨點測次數增加會逐漸產生磨耗，並造成探針高度與晶圓表面針痕變化；然而探針尺寸微小，磨耗量不易直接量測。本研究利用下置式 CCD 搭配 Z 軸逐層掃描取得不同焦平面的針尖影像，Z 軸每次移動 2 μm，並以拉普拉斯變異數評估影像清晰度，由清晰度峰值推算探針高度。完成景深辨識後，在固定下壓深度 (Overdrive, OD) 5 μm 下進行重複點測實驗，最高達 750,000 次，取得景深辨識磨耗、顯微鏡實際磨耗及針痕面積。景深模型之探針高度推算平均絕對誤差為 0.304 μm，最大絕對誤差為

0.49 μm。進一步整合景深辨識磨耗、累積點測次數與針痕面積建立磨耗預測模型，並以對照組實際磨耗驗證；模型 R^2 為 98.1%，平均絕對誤差為 0.052 μm，最大絕對誤差為 0.168 μm，顯示預測結果與實際磨耗具有良好一致性。

Time 時間：10:50–11:05 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：42

基於聲音訊號之銑削顫振即時偵測與主軸轉速抑制系統

陳裕澍 [1], 徐國維 [1], 王郁仁 [2,*]

[1] 國立中山大學機械與機電工程學系

[2] 國立成功大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: yujenwang@gs.ncku.edu.tw

本研究建立一套銑削加工顫振即時偵測與主軸轉速閉迴路抑制系統，並於 CNC 五軸銑削加工機上完成實機驗證。系統以麥克風擷取切削聲音訊號，經同步壓縮轉換（Synchrosqueezing Transform, SST）取得高解析度時頻表示，於時頻域遮罩轉速頻率、刀刃頻率及其諧波後，將顫振頻帶均分為 11 個子頻帶並逐一進行奇異值分解，以第一階奇異值作為顫振指標，配合各子頻帶獨立之 3σ 門檻與相鄰頻帶同時超標條件判定顫振。偵測到顫振後，系統以超額能量排序辨識顫振頻率，依再生效應之相位關係計算理想抑制轉速，並透過 OPC UA 將轉速命令直接寫入工具機控制器。實驗結果顯示，自製聽診器式麥克風訊雜比達 27.4 dB，較三軸加速度計高約 13 dB，材料成本不足其四百分之一；系統可在顫振振幅顯著發展前完成偵測與轉速調整。表面粗糙度量測顯示，2000 至 9000 rpm 八組條件之平均 Ra 由未開啟時的 6.35 μm 降至 0.72 μm，平均改善率 85.9%。

Time 時間：11:05-11:20 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：63

諧波齒輪致動器之數據驅動扭矩估測與應用

黃竣鴻 [1,*], 陳亦星 [1], 藍兆杰 [1]

[1] 國立臺灣大學機械工程系

[*]Corresponding Author: denny310072@gmail.com

諧波齒輪因具備高減速比、高傳動精度與無背隙等優點，廣泛應用於機器人致動器中，而致動器亦需具備扭矩感測功能，以確保人機互動時的安全性與控制性能。然而，安裝實體扭矩感測器將增加致動器的成本、體積與結構複雜度，且感測器本身可能降低傳動系統的剛性。此外，諧波齒輪傳動存在遲滯效應與非線性摩擦等特性，使得以物理模型推算輸出扭矩之準確性受限。為此，本文提出一種無需外加扭矩感測器的數據驅動扭矩估測方法，利用致動器內部可量測之特徵，如馬達電流、輸入與輸出端編碼器角度差以及轉速等訊號，結合機器學習模型建立內部特徵與輸出扭矩之映射關係，藉此估測致動器之輸出扭矩。本文透過實驗平台量測多種負載與轉速條件下的數據以訓練並驗證估測模型，結果顯示所提出之方法能在無實體感測器的情況下準確估測輸出扭矩。另一方面，由於諧波齒輪於長期運轉下將逐漸產生疲勞與老化並使其傳動特性改變，本文進一步分析此類特性變化對估測特徵之影響，並建立評估諧波齒輪老化程度之依據，以作為致動器健康狀態監測之基礎。

Time 時間：11:20-11:35 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：98

振動軌跡約束之物理資訊深度自編碼器於鑽削刀具磨耗監測之應用

邱昱阱 [1,*], 陳冠勳 [1], 張宗聖 [1]
[1] 國立聯合大學機械工程系
[*]Corresponding Author: yushengchiu@nuu.edu.tw

本研究提出一以振動軌跡特徵為約束之物理資訊深度自編碼器(Physics-Informed Deep Autoencoder, PIDAE)刀具磨耗監測方法。首先於主軸安裝單顆三軸加速規，擷取鑽削過程之 X 與 Y 方向振動訊號，經弗德-卡曼濾波階次追蹤(Vold-Kalman Filtering Order Tracking, VKFOT)萃取 1 至 10 倍轉頻訊號並予以合成；繼而將兩方向之合成訊號於極座標系統下建構振動軌跡，用以作為診斷之特徵。該軌跡之分布近似玫瑰線(polar rose)，故以第 99 百分位數量化其外接圓半徑與橢圓傾角，並引入自編碼器之損失函數作為物理約束項，藉以建立 PIDAE 刀具磨耗監測模型。本研究之實驗採進給率隨鑽孔數遞增之加速磨耗策略，並以時域統計特徵訓練之深度自編碼器(Deep Autoencoder, DAE)為基準模型。結果顯示，基準模型雖可偵測刀具斷裂前健康指標之驟升，惟未能排除進給率效應之干擾，其健康指標亦隨進給率提高而呈單調上升之假性趨勢；PIDAE 模型則不受進給率變動影響，僅反應斷裂前之驟升現象。由此可知，將領域知識融入深度學習架構中，可於資料匱乏條件下實現兼具高靈敏度與物理可解釋性之刀具磨耗監測。

Time 時間：11:35–11:50 11/6/2026
Location 地點：IB307
Paper ID 論文編號：131

基於微透鏡陣列光學膜之低成本 Shack–Hartmann 波前感測器開發

張承詰 [1], 謝易峻 [1], 饒秉軒 [1], 王宇騏 [1], 林鼎晟 [1,*]
[1] 國立臺灣科技大學機械工程系
[*]Corresponding Author: djsam@mail.ntust.edu.tw

波前感測器可量測光波相位，偵測光學元件不完美或大氣擾動所引起的像差，並搭配自適應光學(AO)系統進行補償。然而，市售 Shack-Hartmann 波前感測器(SHWFS)存在成本高與量

測角度範圍受限等問題。本研究提出基於微透鏡陣列光學膜(MLAF)之 SHWFS，以擴展視野並降低元件成本。系統採用微透鏡週期為 40 μm 之 MLAF，將入射波前分割為多個子孔徑，並透過非球面透鏡將焦平面光斑陣列放大成像至 CCD，以改善微透鏡週期與感測器像素尺寸間的取樣匹配。藉由計算各光斑之質心位移，回推局部波前斜率，再利用 Zernike 多項式進行波前重建與像差分解。最後，將本系統與市售波前感測器之量測結果進行比較，以評估其量測性能與低成本波前感測應用之可行性。

S05: Computer-Aided Design and Drawing, 電腦輔助設計與製圖

Chair: Guan-Chen Chen

議程主持人: 陳冠辰

Time 時間：10:20-11:50, 11/6/2026

Location 地點：IB506

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:20-10:35	19	射出成型模具用快速拆裝頂出暨復位機構之模組化設計與研究	王心德, 梁博傑, 李秉宸
10:35-10:50	85	基於幾何約束之創新重力補償機構生成方法	侯羽珊, 陳羽薰
10:50-11:05	87	避震型電動輔助自行車車架靜動態應力分析與改善設計	黎謦豪, 鄭永長, 李政鋼
11:05-11:20	88	鐵路集電弓系統之靜動態結構應力分析與改善設計	呂承緒, 鄭永長, 李政鋼
11:20-11:35	89	被動式定力拋光機構之設計與分析	朱泓安, 陳羽薰
11:35-11:50	120	主動式差速器行星臂之結構設計與強度分析	林宗儒, 張鈞翔

Time 時間：10:20-10:35 11/6/2026

Location 地點：IB506

Paper ID 論文編號：19

射出成型模具用快速拆裝頂出暨復位機構之模組化設計與研究

王心德 [1], 梁博傑 [1], 李秉宸 [1,*]

[1] 國立高雄科技大學模具工程系

[*]Corresponding Author: F114147117@ntust.edu.tw

本研究針對射出成型模具中傳統頂出機構所面臨的維護不便、易損耗及復位彈簧失效等問題，提出一種可快速拆裝與模組化特性的創新型頂出暨復位用機構設計。該新型頂出暨復位機構不僅要提升模具使用壽命與維護便利性，且能降低生產線停機風險及成本，對現代高效率、高精度射出製程具有重要意義。因此，為驗證該設計可行性，研究透過 ANSYS 有限元素分析，評估零組件結構安全性並進行優化，最後進行實體組裝、上模動作測試及拉伸試驗測試驗證。結果顯示，該機構不僅可實際多次頂出和復位模具等動作，並承受 500kgf 負載下無失效情形，驗證本模組化設計的可靠性與可行性。

Time 時間：10:35-10:50 11/6/2026

Location 地點：IB506

Paper ID 論文編號：85

基於幾何約束之創新重力補償機構生成方法

侯羽珊 [1], 陳羽薰 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhchen@mail.ntust.edu.tw

本研究提出一種結合幾何約束編程(Geometric Constraint Programming, GCP)與計算圖形之機構設計方法，以簡化傳統重力補償機構設計所需的大量計算，並降低初始參數猜測對最佳化結果之影響。所提出之計算圖形利用四則運算與幾何限制，將機構運動範圍內之重力位能與彈力位能變化轉換為幾何關係，並依據常數位能平衡原理生成機構尺寸與彈簧配置，使機構達到近似靜平衡並降低驅動扭矩。本方法無須使用零自由長度彈簧，且可利用單一彈簧補償所有桿件與負載之重力；此外，設計參數及其變化可透過線段長度視覺化呈現，修改標註尺寸後即可即時更新設計結果。為驗證方法可行性，本研究以四種機構案例進行重力補償設計，並利用 ADAMS 模擬分析所需驅動扭矩。結果顯示，多數案例於指定運動範圍內可有效降低輸入扭矩；惟翻轉機構通過肘節位置時，受桿件共線與彈簧掛載幾何關係影響，可能造成輸入扭矩增加，顯示本方法具有特定運動範圍限制。研究結果證實，所提出方法可作為平面機構尺寸設計與靜平衡彈簧配置之有效工具。

Time 時間：10:50-11:05 11/6/2026
Location 地點：IB506
Paper ID 論文編號：87

避震型電動輔助自行車車架靜動態應力分析與改善設計

黎謦豪 [1,*], 鄭永長 [1], 李政鋼 [2]
[1] 國立高雄科技大學機電工程系
[2] 正修科技大學工業工程與管理系
[*]Corresponding Author: F114102106@nkust.edu.tw

電動輔助自行車兼具低碳運輸與休閒通勤功能，然而，多連桿避震系統與中置馬達增加了車架受力的複雜性，使衝擊安全與疲勞強度成為重要設計考量。本研究以鋁合金多連桿避震車架為對象，利用 SolidWorks 建模與 ANSYS/Workbench 有限元素分析，依據 EN 15194 規範整合前倒、落錘衝擊及水平、垂直與踏力疲勞測試，評估衝擊變形與最大等效應力。選取主要管件之長度與厚度為控制因子，結合 U18 均勻實驗設計，探討幾何參數對結構性能與車架質量之影響。結果顯示，相較於原始設計，改善方案第 16 組之水平、垂直及踏力最大等效應力分別降低約 0.96%、0.16% 及 0.28%；改善方案第 10 組之前倒與落錘變形量分別降低約 0.13% 及 0.60%。本研究透過幾何參數化與均勻實驗設計，在有限模擬次數下系統性評估車架性能，獲得可以小幅降低疲勞應力與衝擊變形之方案，作為後續結構改善與最佳化設計之依據。

Time 時間：11:05–11:20 11/6/2026

Location 地點：IB506

Paper ID 論文編號：88

鐵路集電弓系統之靜動態結構應力分析與改善設計

呂承緒 [1,*], 鄭永長 [1], 李政鋼 [2]

[1] 國立高雄科技大學機電工程系

[2] 正修科技大學工業工程與管理系

[*]Corresponding Author: F114102113@nkust.edu.tw

鐵路電氣化系統中，集電弓與電車線必須維持穩定接觸，以確保列車運行時持續且可靠的電力供應，因此集電弓之結構強度與動態特性對列車運行安全具有重要影響。本研究以具連桿機構之鐵路集電弓系統為研究對象，考量電車線與集電弓接觸片間之靜態與動態作用力，利用 ANSYS/Workbench 建立弓網有限元素模型，並參考 EN 50318 測試規範進行靜態結構、動態結構及振動模態分析。進一步結合均勻實驗設計與 Kriging 插值法，建立集電弓最大 von Mises 等效應力之代理模型，作為後續多目標最佳化設計之基礎。均勻實驗設計結果顯示，相較於原始設計，最佳改善方案之最大靜態與動態等效應力分別降低約 32.5 % 與 31.4 %，自然振動頻率之改善幅度約為 9.0 %。研究結果顯示，透過幾何參數化與均勻實驗設計，可有效改善集電弓之結構應力與振動特性，並可作為後續多目標最佳化設計之依據。

Time 時間：11:20–11:35 11/6/2026

Location 地點：IB506

Paper ID 論文編號：89

被動式定力拋光機構之設計與分析

朱泓安 [1], 陳羽薰 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系
*Corresponding Author: yhchen@mail.ntust.edu.tw

拋光作為精密加工末端重要環節，其目的在降低表面粗糙度並提升表面品質，而拋光頭與工件間的拋光力控制直接影響產品最終品質。現行主動式力控制多需搭配力學感測器與電控系統，成本較高且存在響應延遲；相較之下，被動式定力機構利用幾何尺寸設計或材料彈性特性，在特定位移範圍提供近似恆定輸出力，具低成本、低耗能、即時反應與避免過衝的優勢。因此，本研究結合被動式定力機構與拋光工具，設計作用於六軸機械手臂夾頭的定力拋光機構。本研究提出剛性的雙滑塊定力機構與撓性變形的剛度組合定力機構，以 6 N 定力及 5 mm 定力行程作為設計目標。雙滑塊機構由彈簧及連接耦桿組成，指定彈簧常數與耦桿長度完成設計；剛度組合機構則依據 Euler–Bernoulli beam 方程式，結合雙穩態樑與摺疊樑，並透過有限元素分析(FEA)與多重目標演算法(MOGA)做最佳化，模擬結果顯示定力行程內輸出力誤差僅 2.2%。最後兩種機構結合拋光設備完成原型機製作。實驗設計包括等速下壓進刀與輪廓追蹤拋光。結果顯示兩種機構皆未發生過衝；平面、斜面及小曲率曲面拋光後，均可達成表面粗糙度 $Ra \leq 0.1\ \mu m$。雖實際輸出力受摩擦力等因素影響而大於設計目標，然而實驗結果證明被動式定力機構應用於精密拋光之可行性與經濟效益，且具備改良方向與接近主動式拋光控制的潛力。

Time 時間：11:35–11:50 11/6/2026
Location 地點：IB506
Paper ID 論文編號：120

主動式差速器行星臂之結構設計與強度分析

林宗儁 [1,*], 張鈞翔 [1]
[1] 國立虎尾科技大學自動化工程系
*Corresponding Author: b07037@nfu.edu.tw

本文以主動式差速器之行星臂為研究對象，建立整合運動與動力分析、傘齒輪受力計算、行星齒輪自由體分析及有限元素分析之結構評估流程。首先以 C# 程式計算各構件之轉速、扭

矩及齒輪作用力，再依直齒傘齒輪幾何關係與行星齒輪自由體圖，求得傳遞至行星臂之作用力與力矩，並於相同材料、負載及邊界條件下，比較分離式、組合式及環形三款行星臂之結構性能。為確認有限元素分析結果之收斂程度，本研究將網格尺寸由 10 mm 逐步細化至 0.6 mm，並以最大變形量及指定觀察點 Von Mises 等效應力作為評估指標。結果顯示，三款行星臂之最大變形量分別為 0.502、0.142 及 0.070 mm，其中組合式與環形相較分離式分別降低約 71.7% 及 86.0%。指定觀察點之等效應力分別為 20.11、13.07 及 3.10 MPa，對應局部安全係數為 12.43、19.13 及 80.52，均高於 1。綜合結構變形與體積比較，環形行星臂具有最低之最大變形量，而組合式行星臂則能在相對較低的結構體積下有效改善整體剛性，兼具結構性能與組裝便利性。

S06-1: Robots and Bionic Machinery, 機器人與仿生機器

Chair: Ya-Tang Yang

議程主持人: 楊雅棠

Time 時間：8:30-10:00, 11/6/2026

Location 地點：IB306

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
8:30-8:45	50	應用於物流倉儲管理之自適應—鎖定型耦合式機器人夾爪	呂昕亮, 莊晉逢, 曾奕銓, 陳冠辰
8:45-9:00	61	具夾持力監測功能之輪式橋樑鋼纜攀爬機器人	吳國彰, 李維楨
9:00-9:15	102	振動作用對剪切增稠流體膠囊力學特性之影響	陳明志, 林彥樺
9:15-9:30	103	開發和驗證用於閉環機器人手指的 Isaac Sim-ROS2 模擬框架	石博元, 林彥樺
9:30-9:45	132	靜電吸附介電彈性體手爪	林俊諺, Sudhir Wakle, 劉義強
9:45-10:00	138	可以用於強化學習的 3D 列印機器鰻魚	王楓寓, 張昱, 楊雅棠

Time 時間：8:30–8:45 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：50

應用於物流倉儲管理之自適應—鎖定型耦合式機器人夾爪

呂昕亮 [1], 莊晉逢 [1], 曾奕銓 [1], 陳冠辰 [1,*]

[1] 國立中興大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: gcchen0330@dragon.nchu.edu.tw

隨著電子商務與物流產業快速發展，物流末端需處理尺寸、形狀及包裝特性各異之貨物。為兼顧包裹適應性、夾持穩定性與夾爪模組輕量化需求，本研究開發一套自適應-鎖定型耦合式機器人夾爪。機構採用三指三關節配置，並結合欠驅動腱繩傳動，以單一馬達驅動多指彎曲，降低動力源數量與夾爪重量，同時導入 Whippletree 平衡樹機構，被動調整各手指之行程與負載分配，使夾爪能適應不同尺寸及形狀之包裹。完成包覆夾取後，利用棘輪棘爪機構鎖定腱繩行程，使夾爪由包覆時之順應狀態切換為高剛性之鎖定狀態，並以機械式自鎖維持夾持。實驗結果顯示，隨受阻手指數增加，未受阻手指之行程占比由 46.9%提升至 69.5%，驗證平衡樹之行程分配功能，鎖定後主驅動馬達之保持功率由 6.0 W 降至 0.24 W，以單次夾持 10 s 估算，保持階段能耗可降低約 85% ~94%，提升物流末端自動化揀貨之適用性。

Time 時間： 8:45–9:00 11/6/2026

Location 地點： IB306

Paper ID 論文編號： 61

具夾持力監測功能之輪式橋樑鋼纜攀爬機器人

吳國彰 [1,*], 李維楨 [1]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: thinker.wu@mail.ntust.edu.tw

針對橋樑鋼纜輪式攀爬機器人之夾持狀態難以於安裝與運行時掌握的問題，本文提出具夾持力監測功能之雙主動輪攀爬機器人。系統以彈簧提供三點夾持預壓，利用齒條、齒輪與編碼器取得彈簧位移，再透過靜力模型估測三輪法向力。本文建立主動輪與從動輪之跨障條件及纜徑變化的力學關係，並以多體動力學進行數值驗證。主動輪跨障之理論轉矩與模擬值最大差異為 2.14%；考慮輪面接觸變形後，從動輪臨界彈力之預測值與模擬值差異約 1.8%。結果顯示，提高夾持力可增加摩擦裕度，但亦提高跨障轉矩需求，較低彈簧剛度則有助於降低幾何擾動引起的額外負載。此外，完成之原型可於 HDPE 管上實際向上攀爬，支持所提出機構與驅動配置之基本可行性。

Time 時間：9:00–9:15 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：102

振動作用對剪切增稠流體膠囊力學特性之影響

陳明志 [1], 林彥樺 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhlin@ntust.edu.tw

本研究旨在探討振動刺激對剪切增稠流體(STF)複合結構力學響應之影響，作為後續可變剛度夾爪設計之基礎。研究採用 Dragon Skin 矽膠膠囊，內部填充玉米澱粉、水與 Triton X-100 配製之 STF，並整合 1027 鈕扣式振動馬達及驅動單元，透過施加振動刺激探討 STF 複合結構之剛度變化與力學響應。振動條件以加速度計 (ADXL345)量化，當馬達驅動電壓為 1.67、3.33 與 5V 時，主頻分別為 101.2、191.3 與 240.9 Hz，RMS 加速度分別為 21.7、90.4 與 104.8 m/s^2。實驗以 Instron 3365 萬能試驗機進行單軸壓縮測試，振動馬達驅動電壓設定為 0-5V，壓縮速率範圍為 0.1-16 mm/s。透過負載-位移曲線分析試樣之力學響應，並以斜率與變異係數(CV) 探討不同振動電壓對剪切增稠觸發臨界速率及試樣重複性的影響。實驗結果顯示，STF 複合結構具有明顯的壓縮速率依賴性。施加振動後，增稠狀態下最大負載降低，且剪切增稠觸發臨界速率隨振動電壓增加而向較高壓縮速率移動，由 0 V 時約 0.5-1 mm/s 延後至 5 V 時約 6-8 mm/s。由此可見，透過振動刺激可改變 STF 複合結構之增稠觸發行為與負載響應，具備作為可變剛度機構主動調控方式之可行性，並可作為後續柔性夾爪設計之參考。

Time 時間：9:15-9:30 11/6/2026
Location 地點：IB306
Paper ID 論文編號：103

開發和驗證用於閉環機器人手指的 Isaac Sim-ROS2 模擬框架

石博元 [1], 林彥樺 [1,*]

[1] 國立台灣科技大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: yhlin@mai.ntust.edu.tw

閉環機器人手指機構因具備形狀適應與多模式抓取能力，在自動化與靈巧操作應用中具有重要價值。然而，這類機構的閉環拓樸與機器人領域廣泛使用之 URDF 樹狀描述格式存在結構衝突，而高效能物理模擬平台的關節樹亦以樹狀結構為基礎，使其難以直接匯入並進行驗證。為了處理此問題，本研究針對四指節、雙馬達驅動之閉環手指機構，提出一套 CAD-to-Isaac-Sim 的建模流程。利用 Isaac Sim 中 Exclude From Articulation 功能將閉環關節排除於關節樹之外，搭配高剛性驅動器維持運動迴路，並建立與 ROS 2 間之通訊介面，實現主動馬達指令下達與關節狀態回傳。為評估模擬之準確度，本研究以 CAD 軟體對機構於特定角度組合下之精確量測結果作為比對基準，量化比對各驅動角度下手指四個指節處之被動關節的角度誤差，作為後續校正之依據。由於被動關節角度由閉環幾何約束決定，本研究優先將閉環點座標參數視為校正標的，並探討以調整該參數降低被動關節角度誤差之數值迭代校正方法，先對閉環點施加已知偏差，再透過迭代使被動關節角度誤差收斂，初步評估此方法的可行性，作為後續以 CAD 角度為目標進行校正之基礎。

Time 時間：9:30-9:45 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：132

靜電吸附介電彈性體手爪

林俊諺 [1], Sudhir Wakle[2], 劉義強 [1,*]

[1] 國立陽明交通大學機械工程系

[2] 國立陽明交通大學國際半導體學院

[*]Corresponding Author: mgklau@nycu.edu.tw

本研究提出一種結合介電彈性體致動器(Dielectric Elastomer Actuator，簡稱 DEA)手指與靜電吸附膜之軟性手爪，目的在改善一般軟性夾爪於抓取後進行翻轉或姿態維持時，容易受到結構強度與接觸穩定性限制的問題。研究中透過墊高結構增加 DEA 薄膜與承重梁之間的距離，使預拉伸彈性體張力能產生較大的彎矩，以提升手指的彎曲與承重表現；同時 DE 手指上增加靜電吸附膜，利用其剪切力抓起物體。實驗結果顯示，墊高 DEA 手指具有較佳的剛度與致動表現，並可結合靜電吸附完成塑膠罐之夾取與翻轉，以及薄片材料之抓取，結果顯示本研究設計可同時利用 DEA 手指的被動包覆能力與靜電吸附膜的表面吸附效果，提升軟性手爪在抓取與翻轉任務中的操作穩定性，提供一種接近人手抓握功能之軟性夾爪設計方向。

Time 時間：9:45-10:00 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：138

可以用於強化學習的 3D 列印機器鰻魚

王楓寓 [1], 張昱 [1], 楊雅棠 [1,*]

[1] 國立清華大學電機工程系

[*]Corresponding Author: ytyang@ee.nthu.edu.tw

近年來，強化學習取得了顯著進展，在解決具有挑戰性的控制問題方面湧現許多成功案例。目前可用於研究的游泳機器人平台，大多價格昂貴，並且無法承受強化學習中激進的探索性控制指令。 RealEel 是一款低成本機器人平台，採用 3D 列印零件構建，並配備了經過驗證的模擬模型，能夠實現類鰻魚式(行進波)的遊動步態。此外，本研究利用基於實體引擎的 MuJoCo 仿真，將多關節機器人的運動學特性及其環境納入考量。針對包括向前遊動和轉向機動在內的一系列基準任務，研究提供了基於強化學習和中樞模式產生器的基準測試結果；其中的 CPG 採用具有鄰域耦合特性的相位振盪器鏈結構，並利用近端策略優化演算法進行訓練。透過基於轉彎半徑和基於偏航角速度的訓練，這款仿生鰻魚機器人能夠執行轉向動作，並實現近乎完美的圓形游泳軌跡。

S06-2: Robots and Bionic Machinery, 機器人與仿生機器

Chair: Chi-Ying Lin

議程主持人: 林紀穎

Time 時間：10:20-11:50, 11/6/2026

Location 地點：IB306

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:20-10:35	30	可應用於多足機器人之履帶腿機構設計與開發	蔡巧軒, 白庭宣, 許庭瑋, 黃百茂, 莊俊融
10:35-10:50	36	基於拮抗式扭弦致動之輕量化欠驅動手指外骨骼機構設計	吳柏逸, 鍾沅熙, 莊子緯, 莊俊融
10:50-11:05	37	自適應式管道巡檢機器人之研製	蔡佑承, 李伃婇, 黃胤勛, 莊俊融
11:05-11:20	39	並聯機構非幾何定位誤差之模擬預測與補償	陳昱安, 邱昱仁
11:20-11:35	77	飛躍抓枝機器人 180 度轉身與凸桿抓握之關節運動軌跡設計	王瑞仁, 林紀穎
11:35-11:50	78	多週期橫向抓枝機器人之能量延續步態設計	張宇寰, 林紀穎

Time 時間：10:20–10:35 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：30

可應用於多足機器人之履帶腿機構設計與開發

蔡巧軒 [1], 白庭宣 [1], 許庭瑋 [1], 黃百茂 [1], 莊俊融 [1,*]

[1] 國立中興大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: jrzhuang@nchu.edu.tw

多足機器人具有良好的地形適應與跨障能力，但關節式步態在連續地形上的移動效率受到限制；相較之下，履帶機構具有連續推進與良好牽引能力，但傳統獨立式履帶配置較難兼顧多足機器人的靈活運動特性。因此，本研究提出一種可應用於多足機器人之履帶腿(tracked-leg)機構，將履帶驅動模組直接整合於腿部結構，使單一機械腿可依地形需求切換足式與履帶式移動功能。所提出之履帶腿由髖節、股節與脛節構成，具有三個主動關節自由度，並於脛節整合獨立驅動履帶；足式模式下履帶停止轉動並作為足端接觸面，由關節運動產生步態，而履帶模式下則固定腿部姿態，由履帶提供連續推進力。進一步透過關節與履帶協同驅動，可形成攀爬與高姿態跨障等複合運動模式。為驗證所提出機構之可行性，本研究將履帶腿應用於六足機器人平台，配置四組履帶腿與兩組撥動腿，並進行不同運動模式與跨障性能測試。實驗結果顯示，關節與履帶協同驅動之攀爬模式可成功跨越 25 公分高障礙物，完成時間約 17 秒；高姿態模式則可直接跨越 15 公分寬、21 公分高之障礙物。結果驗證所提出之履帶腿機構可在無需額外履帶收放機構的情況下，整合足式移動、履帶推進及複合跨障功能，提升多足機器人之運動模式多樣性與地形適應能力。

Time 時間：10:35–10:50 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：36

基於拮抗式扭弦致動之輕量化欠驅動手指外骨骼機構設計

吳柏逸 [1], 鍾沅熙 [1], 莊子緯 [1], 莊俊融 [1,*]

[1] 國立中興大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: jrzhuang@nchu.edu.tw

現有手部外骨骼多將馬達與減速機配置於手部或手指關節附近，容易造成末端質量集中與機構體積增加，進而限制手指運動靈活性及穿戴舒適性。為降低手部端的致動負載與空間需求，本研究提出一種基於拮抗式扭弦致動器(Twisted String Actuator, TSA)之輕量化欠驅動手指外骨骼機構。TSA 將馬達旋轉轉換為線繩軸向收縮，使主要致動元件可遠離手部配置，透過柔

性線繩實現遠端動力傳遞。在關節機構設計方面，本研究考量人體手指屈伸的非固定軸特性，分析掌指關節(Metacarpophalangeal Joint, MCP)之滾動與滑動運動，建立瞬時旋轉中心(Instantaneous Center of Rotation, ICOR)軌跡，並據此設計導引滑槽，以降低外骨骼與人體關節間的運動不一致及相對位移。在傳動機構方面，兩組 TSA 線繩分別配置於手指背側與掌側，並以單一致動器控制其拮抗式收放，形成多關節欠驅動機構。透過兩側線繩交替收縮與釋放，單一致動器可驅動 MCP、近端指間 (PIP)及遠端指間(DIP)關節產生耦合式雙向屈伸運動。最後，本研究建置單指外骨骼原型並進行作動實驗。結果顯示，原型重量為 31.6 g，MCP、PIP 與 DIP 關節活動範圍分別為 58.5°、63.6° 及 55.2°。實驗驗證所提出機構可透過單一致動器實現多關節雙向屈伸，並兼具遠端致動、低手部端負載及關節運動相容性，具應用於手部動作輔助與復健裝置之潛力。

Time 時間：10:50–11:05 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：37

自適應式管道巡檢機器人之研製

蔡佑承 [1], 李伊婇 [1], 黃胤勛 [1], 莊俊融 [1,*]

[1] 國立中興大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: jrzhuang@nchu.edu.tw

管道內部可能存在有害氣液體，人工巡檢具有職安風險，因此有必要發展管道巡檢機器人。然而，傳統機器人於變徑及彎管中易發生打滑與卡死，影響通行穩定性。本文研製一種具管徑自適應與動態姿態調控功能之管道巡檢機器人，其整合接觸力估測、徑向構型調整與彎道姿態修正。機器人以導螺桿同步驅動三組相隔 120 °之平行剪式腿輪機構，可適應 200–300 mm 管徑；並利用彈簧變形量與虛功原理估測管壁正向力，透過 PID 控制調整徑向伸展量，以維持穩定貼壁力。針對彎道通行，結合前向深度影像與腿輪接觸力分布判斷管路幾何及接觸狀態，再透過雙軸關節調整腿輪偏轉與機身姿態，以降低過彎干涉。結果顯示所建立之解析運動學模型與 Simscape 多體模擬結果吻合，兩者誤差小於 0.1%；進一步透過實體樣機驗

證，機器人重量小於 3 kg，並可於 50 mm/s 下穩定完成垂直攀爬與連續彎管通行，驗證所提機器人於變徑與彎曲管路中之適應能力與通行穩定性。

Time 時間：11:05–11:20 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：39

並聯機構非幾何定位誤差之模擬預測與補償

陳昱安 [1], 邱昱仁 [1,*]

[1] 明志科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yjchiu@mail.mcut.edu.tw

機械臂廣泛應用於智慧製造、精密加工、組裝與自動化生產，其定位精度直接影響產品品質與生產效率。傳統機械臂定位誤差分析多著重於連桿尺寸、關節參數等幾何誤差，但實際運動過程中仍會受到組裝餘隙、摩擦、負載、溫度、材料變形及控制系統等非幾何因素影響，造成難以透過傳統數學幾何模型準確描述的誤差。本文在 Simscape Multibody 中建立並聯式機械臂虛擬平台，設計模擬各接頭幾何與非幾何誤差，包括組裝位置誤差、餘隙、剛性、阻尼和摩擦等，透過程式撰寫與實體模型模擬整合，在考量重力條件下，以隨機方式產生傅立葉級數函數作為運動軌跡定義，於全域工作空間中進行端效器定位與定向誤差之模擬；生成的誤差分布趨勢(例如遲滯現象)與實測經驗高度相符。模擬所得連桿驅動長度、連桿長度變化指標(輸入)，以及對應之端效器定位與定向誤差(輸出)，用以進行機器學習誤差預測模型訓練，最後以此為基礎進行定位校正補償。模擬預測結果顯示本文所提方法可以有效預測機械臂包括遲滯現象在內的幾何與非幾何誤差，平均絕對百分比誤差 (MAPE)約 6.79%，預測之均方根誤差約 0.1305 mm；經過校正補償，端效器之定位均方根誤差由 0.8939 mm 降低至 0.2063 mm，改善率約為 76.9%。本文在 Simscape 環境建立的實體模擬與程式撰寫整合平台有助於虛實整合系統建構，誤差預測與校正補償策略可進一步於實體平台進行驗證，並應用於其他構型之機械臂定位校正。

Time 時間：11:20–11:35 11/6/2026
Location 地點：IB306
Paper ID 論文編號：77

飛躍抓枝機器人 180 度轉身與凸桿抓握之關節運動軌跡設計

王瑞仁 [1], 林紀穎 [1,*]
[1] 國立臺灣科技大學機械工程系
[*]Corresponding Author: chiying@mail.ntust.edu.tw

運動員會協調多個身體部位的運動，在離開橫桿並再次抓握的過程中調整身體姿態。然而若機器人直接重現此類動作，可能需要大量主動關節，進而增加機構複雜度、重量與控制難度。本研究針對一種簡化自由度的攀躍機器人進行軌跡設計，利用主動尾部與反作用輪，以較少的自由度重現運動員的主要動作特性。本研究建立一套完整的動作流程，包括在第一根橫桿上擺盪蓄能、釋放、空中轉身、尾部回收、夾爪準備，以及重新抓握對向橫桿。系統透過分段軌跡命令協調尾部與機身轉身，並配合反作用輪夾爪閉合時序則依照機器人預期抵達目標橫桿的時間範圍進行安排。完整動作透過 NVIDIA Isaac Sim 中的多體動力學與接觸模擬進行評估。在部分測試條件下，機器人能夠由第一根橫桿釋放、在空中完成所需的轉身、接近目標橫桿，並讓橫桿與上下夾爪維持接觸。然而由於關節數量有限，機器人在空中的姿態調整能力仍受限制，使首次碰撞有時發生在預期夾持面以外的部件。若接觸衝量過大，可能造成反彈並導致重新抓握失敗。研究結果指出，首次接觸位置、碰撞衝擊與夾爪閉合時序，是提升重新抓握穩定性的關鍵，也可作為後續實機驗證的基礎。

Time 時間：11:35-11:50 11/6/2026

Location 地點：IB306

Paper ID 論文編號：78

多週期橫向抓枝機器人之能量延續步態設計

張宇寰 [1], 林紀穎 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: chiying@mail.ntust.edu.tw

橫向抓枝機器人可利用身體擺盪動態與被動關節運動累積機械能，以沿連續凸桿環境進行橫向移動。然而，若機器人在每次抓握後重新穩定，前一週期所保留的殘餘運動將無法有效延續至後續週期。為提升週期間的運動延續性，本研究設計一種包含短暫滯空轉換的能量延續步態，使原固定側夾爪於另一側接近下一抓握目標時釋放。此滯空步態會引入三維自由運動、著陸碰撞、支撐側切換及姿態偏轉等耦合動態，並影響下一週期的初始狀態。為處理上述問題，本研究於 NVIDIA Isaac Sim 建立三維橫向抓枝機器人，並設計包含擺盪、滯空、抓握與動態延續階段之多週期運動控制架構。透過主動與被動關節狀態協調，利用自然擺盪動態，並於滯空及抓握過程調整機器人姿態；抓握後則保留殘餘關節運動以銜接下一次擺盪，同時加入姿態調整策略以降低累積偏轉。模擬結果顯示，機器人可透過左右支撐側交替完成多週期橫向抓枝，並將抓握後的殘餘運動延續至後續週期，驗證利用欠驅動動態實現多週期能量延續抓枝運動之可行性。

S07: Linkage Mechanisms and Biomechanics, 連桿機構及生物機構學

Chair: Kuan-Lun Hsu

議程主持人: 徐冠倫

Time 時間：10:45-11:45, 11/7/2026

Location 地點：IB305

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:45-11:00	73	具撓性連桿之欠驅動三指靈巧手設計	何宜安, 藍兆杰
11:00-11:15	99	基於剪切增稠流體之可變剛度手指設計	陳聖斌, 林彥樺
11:15-11:30	100	氣體驅動剪切增稠凝膠之流變特性分析	鍾博儒, 林彥樺
11:30-11:45	105	基於負載平坦化之人形機器人線性致動機構設計與分析	姜智文, 陳明志, 林彥樺

Time 時間：10:45–11:00 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：73

具撓性連桿之欠驅動三指靈巧手設計

何宜安 [1,*], 藍兆杰 [1]

[1] 國立臺灣大學機械工程系

[*]Corresponding Author: r15522629@ntu.edu.tw

本文以提升機器人末端效應器之抓取適應性與降低硬體複雜度為基礎，以瓦特 I 型平面六連桿機構搭配撓性桿件，設計一款三指機器人靈巧手模組。本文所提出的靈巧手結構與現有機器手相異之處在於，本文將致動器總數縮減至四個，透過將撓性桿件結合至六連桿機構中，

為食指與中指各提供兩個冗餘自由度。當指節接觸到物體表面受阻時，撓性連桿能順應物體的外型產生形變，以欠驅動機構之特性來提升靈巧手抓取各式形狀物體之能力。拇指設計則以兩顆馬達搭配傘齒輪組成差速機構，達成手指彎曲與左右搖動的兩自由度。另一方面，撓性桿件亦可作為力感測的用途；當指節接觸物體表面受阻時，透過計算馬達端與關節輸出端之編碼器角度差即可估測抓取力，免除於指尖安裝觸覺感測器之需求。

Time 時間：11:00-11:15 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：99

基於剪切增稠流體之可變剛度手指設計

陳聖斌 [1], 林彥樺 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhlin@mail.ntust.edu.tw

傳統剛性與柔性夾爪在負載能力與接觸順應性之間存在設計權衡，可變剛度技術則有助於提升單一夾爪對不同抓取需求的適應能力。然而，部分可變剛度技術需透過加熱或外加電場等額外能源來調整材料特性。本研究提出剪切增稠流體填充矽橡膠膠囊(shear thickening fluid-filled silicone rubber capsule, STFSRC)、拮抗彈簧及凹凸輪機構所整合之可變剛度手指，利用 STFSRC 的速率相依力學響應特性，探討透過驅動速度切換剛柔模式的可行性。首先，對 STFSRC 進行不同載入速率下的力學特性試驗，取得其力—位移響應，並以變階次分數階模型進行表徵。其次，設計整合一組由 STFSRC、線性彈簧、凹凸輪與摩擦片組成的可變剛度模組，採用解耦負載路徑，將彈簧提供的基礎摩擦介面阻抗與 STFSRC 作用下的變剛度扭矩相互拮抗，產生因應不同速度而改變介面活動順序，來達成不同的剛度模態。透過模組力學分析，探討彈簧參數、凸輪幾何及膠囊響應對模式切換條件的影響，作為手指機構整合的設計依據。後續導入 RecurDyn 進行動力學模擬，並製作實體原型，比較不同驅動速度下的運動、受力與等效剛度表現，以評估所提設計的模態切換能力及模型預測準確性。

Time 時間：11:15-11:30 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：100

氣體驅動剪切增稠凝膠之流變特性分析

鍾博儒 [1], 林彥樺 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhlin@mail.ntust.edu.tw

本研究旨在探討剪切增稠凝膠(STG)在純氣動驅動下之黏滯係數變化，STG 作為一種具備高度應變率依賴性之智慧流變材料，在遭遇高剪切刺激時能產生極大的黏度躍升。然而，傳統的力學特徵分析多聚焦於固體機械式之動態衝擊加載，很少探討其在純氣體流場驅動下之相變行為。本實驗將 STG 封裝於 PVC 圓管內，並僅依賴純空氣作為單一驅動源。藉由動態調控進氣流速以改變 STG 內部的局部剪切應變率，系統能展現雙模態的力學特徵:低流速下維持黏滯流態；而在高流速氣體瞬間衝擊下，STG 將觸發剪切阻塞(Shear-jamming) 相變，使結構瞬間轉化為高剛性固態以抵抗外部形變。為精確評估此相變特徵，本研究透過分析應變伸長量曲線之斜率與應變率之曲線關係圖。此外，本研究進一步導入長徑比效應，透過改變 36 mm PVC 圓管內之 STG 初始封裝長度，探討阻塞塊特徵長度與極限降伏壓力之比例關係，本研究初步驗證了純空氣流場激發 STG 剪切增稠之物理可行性，為後續的應用設計提供參考數據。

Time 時間：11:30-11:45 11/6/2026

Location 地點：IB305

Paper ID 論文編號：105

基於負載平坦化之人形機器人線性致動機構設計與分析

姜智文[1], 陳明志[1], 林彥樺[1,*]

[1]國立台灣科技大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: yhlin@mail.ntust.edu.tw

相較於直接配置於關節軸之旋轉致動器，線性致動器具有較高的軸向輸出能力與較佳的配置彈性，並可透過連桿機構整合於人形機器人肢段內部，以降低關節周圍的空間需求。此外，藉由適當設計致動器與關節間之傳動幾何，可使等效力臂隨關節姿態改變，進而調整致動器之負載分布。然而，線性致動機構之推力需求受到關節負載與機構幾何之共同影響，因此，如何利用姿態相關之等效力臂降低致動器於工作範圍內的負載變異，為線性致動關節設計的重要問題。本研究提出一套基於關節負載特性之人形機器人線性致動機構分析與設計方法。首先，根據代表性人體動作取得各關節之力矩需求，再建立關節力矩與線性致動器推力之轉換模型，並透過調整致動器安裝位置與機構幾何參數，使等效力臂隨姿態變化，以降低致動器負載變異。結果顯示，適當的傳動幾何設計可有效降低線性致動器於不同關節姿態下之負載變異，並維持較均勻的負載分布。

S08: Medical Devices and Assistive Technologies, 醫療設備及輔具

Chair: Biing-Chwen Chang

議程主持人: 張秉純

Time 時間：10:20-11:50, 11/6/2026

Location 地點：IB504

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:20-10:35	29	開發線驅動穿戴式頭頸部復健裝置	簡依婷, 張秉純
10:35-10:50	52	以深度學習模型進行踝關節外骨骼機器人之步態辨識與輔助控制	魏祐楨, 藍兆杰
10:50-11:05	59	仿人體足部受力變化之機構設計與負載應力量測系統建置	林辰豪, 楊智媄
11:05-11:20	67	可微動功能之頸椎椎間填充塊設計與有限元素評估	陳守義, 呂昕叡, 林祐任, 黃全敬
11:20-11:35	71	以深度學習動作辨識切換行走與搬運輔助之脊行動力外骨骼研發	江紘璿, 藍兆杰, 徐愷辰, 黃惟中, 李姿瑩
11:35-11:50	75	不同輔助控制策略下之主動式外骨骼設計與動力學實驗分析	林育志, 陳彥融, 謝睿祺

Time 時間：10:20-10:35 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：29

開發線驅動穿戴式頭頸部復健裝置

簡依婷 [1], 張秉純 [1,*]

[1] 國立臺灣大學機械工程系

[*]Corresponding Author: bcchang@ntu.edu.tw

現今除原有的頸部疾病外，因科技產品普及導致頸部疾病與復健需求大增，然而現有頸部復健設備多仍在研發階段。本研究開發一款七線驅動穿戴式頭頸部復健裝置，支援頸部全活動範圍的前後屈伸、左右側彎與左右旋轉訓練。裝置以四分之三頭帽搭配下巴與後腦可調機構，並將鐵環縫製於頭帽以定位牽引點並減少誤差；軀幹彈性背心結合後背及左右前胸三塊 PLA 底板，固定感測器、馬達架與防脫軌導軌惰輪，底板背附泡綿以提升舒適度。以 VICON 系統量測六位受試者之最大活動角度（前屈 74.02°、後屈 63.28°、左右側彎 42.82°/47.51°、左右轉頭 71.2°/71.5°），作為運動學設計與線長計算基準。馬達出線速率（約 161 mm/s，集線器半徑 20 mm）能涵蓋中段快速收線與極限拉力需求；針對負載最大的上拉線 L7（頭重 5 kg 需 7.8～22.8 N），馬達可提供最高 150 N 之牽引力（堵轉扭矩 3.0 Nm），動力餘裕充足。本裝置仍處開發階段，結合多線驅動與可調式穿戴機構，具備充足牽引力望能涵蓋頭頸部三維最大活動度，有效達成多方向復健訓練之目標。

Time 時間：10:35–10:50 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：52

以深度學習模型進行踝關節外骨骼機器人之步態辨識與輔助控制

魏祐楨 [1], 藍兆杰 [1,*]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: lancc@ntu.edu.tw

踝關節外骨骼機器人進行力矩相關控制時，常引用自適應震盪器或是深度學習模型等方法估測步態週期以進行計算；然而自適應震盪器需要相鄰步態之時間差來取得傅立葉初始頻率，模型則需等待滑動視窗內包含完整週期特徵才可準確估測，兩者皆無法於行走第一步即時辨識進而影響力矩輸出。本文提出將慣性測量單元安裝於小腿的方法，利用腳後跟抬起瞬間線加速度由零轉為正之物理特徵，於第一步即可正確觸發力矩輸出，結合 CNN-LSTM 模型進

行步態週期及行走速度估測觸發力矩時機，並依模型輸出結果控制踝關節外骨骼的力矩輸出時機以及力矩大小。

Time 時間：10:50-11:05 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：59

仿人體足部受力變化之機構設計與負載應力量測系統建置

林辰豪 [1,*], 楊智媖 [1]

[1] 國立中正大學機械工程系

[*]Corresponding Author: xa021546@gmail.com

人體步行過程中，足部承受之地面反作用力(Ground Reaction Force, GRF)會隨步態週期產生週期性變化，其力量大小/方向與施力位置皆隨時間改變。本研究旨在開發一套可重現人體步態足底受力特徵之動態機構，作為骨科植入物體外動態負載驗證之平台。本研究係利用慣性感測器與力量量測系統取得人體步態週期及足底 GRF 資料，並依量測結果設計凸輪-彈簧-螺桿複合式機構。其中凸輪-彈簧機構用於產生步態支撐期之週期性力量變化，螺桿機構則用於調整施力位置沿足長方向前進。完善機構構想後，利用 MSC Adams 進行多體動力學模擬，以驗證機構之運動特性、力量輸出及施力位置變化與目標步態特徵之符合程度，並進一步完成實體機構與伺服控制系統整合，並量測其力量輸出特性。實驗結果顯示，所開發機構可產生具週期性之力量輸出，20 次重複測試呈現良好重複性；其輸出與人體步態支撐期 GRF 之 Pearson 相關係數為 r=0.9781，顯示機構可有效重現目標步態受力曲線之主要變化趨勢。

Time 時間：11:05-11:20 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：67

可微動功能之頸椎椎間填充塊設計與有限元素評估

陳守義 [1,*], 呂昕叡 [1], 林祐任 [1], 黃全敬 [2], 林新逸 [3]

[1] 國立虎尾科技大學機械設計工程系

[2] 國立臺灣大學醫學院附設醫院骨科部

[3] 寶楠生技股份有限公司

[*]Corresponding Author: sichen@nfu.edu.tw

頸椎融合手術常使用椎間填充塊，以恢復椎間高度並提供穩定支撐，但傳統填充塊剛性較高，可能增加終板下陷及相鄰椎節之力學負擔。因此，本研究開發具可微動功能之頸椎椎間填充塊，以兼顧穩定支撐、緩衝及載荷傳遞。研究先透過競品與專利搜尋建立設計規格，並歷經五版設計迭代，逐步改善接觸面積、卡扣止脫、預設間隙、水平限位及終板鋸齒等結構，最終形成由上下金屬構件與中央柔性核心組成之三件式裝置。其後以 3D 列印及鋁合金試製，確認間隙配合、組裝及微動作動之可行性；並於 ANSYS 參考 ASTM F2077 架構進行軸向壓縮、剪切及扭轉分析，再將裝置植入 C5-C6 頸椎有限元素模型，模擬前彎、後仰、側彎及軸向旋轉。結果顯示，試製件可順利組裝並保留預期微動；壓縮與壓縮剪切下維持穩定支撐，扭轉反應集中於限位與接觸邊緣，植入分析之較高反應位於接觸邊緣及幾何轉折處。本研究完成設計、試製及有限元素評估，初步證實其微動與製造可行性，可作為後續優化與力學驗證之基礎。

Time 時間：11:20–11:35 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：71

以深度學習動作辨識切換行走與搬運輔助之脊行動力外骨骼研發

江紘璿 [1,*], 藍兆杰 [1], 徐愷辰 [2], 黃惟中 [2], 李姿瑩 [2]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

[2] 國家中山科學研究院

[*]Corresponding Author: chianghunghsuan@gmail.com

本文提出一套雙致動器之脊行動力外骨骼，於同一硬體上支援行走輔助與腰背支撐；搬運模式之伸展扭矩由髖部致動器經軀幹背架施加於上半身，以分擔下背負荷。系統於 Jetson Orin Nano 以 250 Hz 即時運行，並以深度可分離卷積神經網路同時輸出動作類別、步態相位與搬運進度，全模型僅 7,744 個參數，依類別於兩套控制律間自動切換。搬運進度以髖關節於角度－角速度相平面之相位角定義，僅由當前角度與角速度決定，可於線上逐點計算。於未參與訓練之獨立場次，動作分類準確率 94.95%，步態相位與搬運進度誤差為 4.51% 與 1.24%；肌電量測顯示行走時股二頭肌下降 26.6%，直腿與屈膝抬舉時髂肋肌分別下降 32.4% 與 18.8%。

Time 時間：11:35–11:50 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：75

不同輔助控制策略下之主動式外骨骼設計與動力學實驗分析

林育志 [1], 陳彥融 [2], 謝睿祺 [2,*]

[1]國立臺灣科技大學機械工程系
[2]國立臺灣海洋大學機械工程系
*Corresponding Author: eric770218@gmail.com

隨著人口老化對長照輔具的需求增加，優化主動式下肢外骨骼的控制與步態分析成為提升人機協同效益的關鍵。本研究設計主動式髖關節外骨骼，透過 Arduino Uno 與 CAN-BUS 驅動雙側 AK80-64 伺服馬達，探討不同控制策略的動態表現。實驗招募 10 名健康成人進行平地步行測試，記錄股直肌、股二頭肌、脛前肌與內側腓腸肌的 EMG 及 IMU 感測數據，對比「未穿戴」、「重複角度控制」、「支撐期施加扭矩」與「支撐期扭矩為零」等不同控制下的生物力學訊號差異，包括角速度、加速度、肌電訊號等。結果顯示，三種動力模式皆能顯著減輕大腿肌群(股直肌與股二頭肌)的負荷。經動力學與運動學之綜合評估，以「支撐期扭矩為零」為最佳控制策略。此模式於約占步態週期 60% 的支撐期將馬達輸出扭矩設為零，不僅有助於維持人體重心的自然轉移並降低馬達功耗，亦能保留推進階段的輔助效果。未來研究將進一步延伸至多關節協同控制，並整合多模態感測訊號，以實現即時動作意圖預測，提升智慧型輔具的適應性與實用性。

S09: Creative Mechanism Design, 創意機構設計

Chair: Kuan-Lun Hsu

議程主持人: 徐冠倫

Time 時間：10:20-11:50, 11/6/2026

Location 地點：IB505

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
10:20-10:35	74	基於瞬時不變量與曲率理論之球面四連桿路徑合成	郭紘碩, 徐冠倫
10:35-10:50	79	奈秒雷射與碳黑噴塗改質不鏽鋼網之微生物燃料電池	李奇軒, 徐偉軒
10:50-11:05	104	基於機構圖譜之機械手指機構最佳尺寸合成	李晨齊, 林彥樺
11:05-11:20	118	一種自行車用配重塊變速系統	吳益彰, 詹謹聰, 趙詠馨, 謝昀倫, 王詩晴
11:20-11:35	141	波浪能轉換系統之縮尺原型設計與實驗驗證	陳羽薰, 王柏翰, 藍振洋, 許文陽, 晏緒恩, 涂京佐, 李翊廷
11:35-11:50	142	整合型浮動式波浪發電平台之動態去共振設計與時域響應分析	王柏翰, 陳羽薰, 晏緒恩, 涂京佐

Time 時間：10:20–10:35 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：74

基於瞬時不變量與曲率理論之球面四連桿路徑合成

郭紘碩 [1], 徐冠倫 [1,*]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: kuanlunhsu@ntu.edu.tw

本研究基於球面運動之瞬時不變量與曲率理論，提出一套基於高階瞬時運動特性之球面四連桿路徑合成方法。首先，建立剛體球面運動與歐拉角及瞬時角速度向量之間的關係，並藉由建立正準坐標系，簡化球面運動之一階至三階運動方程式，進而定義可描述剛體高階瞬時運動特性的球面運動瞬時不變量。其次，根據所建立之瞬時不變量，推導球面運動之曲率性質曲線，包括反曲點曲線、等速曲線、瞬時圓周點曲線、瞬時圓心點曲線及 Ball 點，並以球面曲柄滑塊機構為例，探討各曲率性質曲線與機構接頭配置之幾何關係。最後，將上述理論應用於球面四連桿之路徑合成；僅需給定指定路徑於特定位置之一階至三階運動資訊，即可求得相應之瞬時不變量，建立各項曲率性質曲線，並由曲線上的特徵點選定機構接頭位置，以合成在該位置附近具有指定階瞬時運動特性之球面四連桿。所提出方法計算程序明確，並保留接頭位置選擇與機構構型配置之設計彈性，可作為球面機構局部路徑合成之系統化方法。

Time 時間：10:35–10:50 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：79

奈秒雷射與碳黑噴塗改質不鏽鋼網之微生物燃料電池

李奇軒 [1], 徐偉軒 [1,*]

[1] 國立聯合大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: whhsu@nuu.edu.tw

隨著石化能源消耗與環境污染問題加劇，兼具廢水有機物降解與綠色發電潛力的微生物燃料電池 (Microbial Fuel Cell, MFC)受到高度重視。然而，陽極介面生物相容性偏低與電荷轉移阻抗過高，為限制其功率密度的主要工程瓶頸。本研究提出一種結合奈秒脈衝雷射加工與碳黑噴塗之複合式電極改質工藝，以綾織型不鏽鋼網作為電極基材，深入探討雷射掃描速率與碳黑噴塗層數對陽極微觀形貌、電化學活性及系統輸出性能之交互影響機制。實驗結果證實，在雷射掃描速率 1500 mm/s 搭配 4 層碳黑噴塗之最佳工藝條件下，單槽式微生物燃料電池的最大功率密度達到 8915 mW/m^2，相較於未改質不鏽鋼網陽極之 8.15 mW/m^2，發電效能顯著

提升約 1094 倍。微觀分析顯示，雷射表面改質有效消除了金屬原始紋理並生成微奈米再鑄層，而適當層數之碳黑塗層則在基材表面建構了連續且多孔的導電催化網絡，兩者結合可顯著提升 MFC 之產電性能。

Time 時間：10:50–11:05 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：104

基於機構圖譜之機械手指機構最佳尺寸合成

李晨齊 [1], 林彥樺 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: yhlin@mail.ntust.edu.tw

本研究旨在建立一套面向客製化任務需求之機械手指尺寸合成方法，以解決傳統機構設計仰賴試誤且難以兼顧多重性能之瓶頸。本方法以機構圖譜為核心，期望藉由辨識連桿迴圈、接地點與致動輸入關係，逐步建立通用之運動學與靜力學分析框架。現階段以一代表性三指節連桿機構作為分析與演算對象，本研究運用向量迴路法求解三閉迴路向量方程式，並透過時間微分推導指節角速度傳遞雅可比矩陣；靜力學方面，基於虛功原理建立致動扭矩與法向指尖接觸力之平衡關係。為符合實際運動狀況與需求，本研究依使用者定義之指骨長度與最大關節角設定運動範圍，由使用者指定目標接觸姿態區間，並以該特定姿態下之最大接觸力作為負載性能指標，進一步結合最大關節姿態誤差與運動過程協調誤差，建立多目標最佳化問題。透過非支配排序基因演算法 (NSGA-II)進行全域設計變數搜尋，該演算法可在設計變數高度耦合限制下，系統化求取姿態精準度、仿生協調性與特定姿態最大力之帕雷托前緣 (Pareto Front)，為後續多圖譜機械手指之自動化尺寸合成提供具理論基礎之設計依據。

Time 時間：11:05-11:20 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：118

一種自行車用配重塊變速系統

吳益彰 [1,*], 詹謹聰 [2], 趙詠馨 [1], 謝昀倫 [1], 王詩晴 [1]

[1] 國立雲林科技大學機械工程系

[2] 大葉大學機械與自動化工程學系

[*]Corresponding Author: wuyc@yuntech.edu.tw

本研究針對傳統自行車靜止無法換檔、導致起步費力的工程痛點，提出一種「離心配重調節轉動慣量」的創新機構。該系統在純機械結構下，透過轉動慣量的動態調節，填補傳統變速器的缺失。該系統於車輪輻條安裝配重塊，利用彈簧回復力與運轉離心力的動態平衡改變質量分布。經數學模型與測試，篩選出最適彈簧常數 0.231 N/mm，並針對無配重、400g 與 800g配置，進行室內訓練台、動力計及戶外路段測試。實驗顯示，該系統能有效改變輪組動態，在起步省力、維持定速及下坡滑行上貢獻顯著。其中 400g 為最適參數，能於增益動能與減輕負載間取得最佳權衡；800g則因過重阻力抵銷慣性優勢。本機構具工程可行性，成功以低成本的轉動慣量自動調節優化自行車的騎乘表現，具應用潛力。

Time 時間：11:20-11:35 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：141

波浪能轉換系統之縮尺原型設計與實驗驗證

陳羽薰 [1,*], 王柏翰 [2], 藍振洋 [1], 許文陽 [3], 晏緒恩 [4], 涂京佐 [4], 李翊廷 [1]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[2] 財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所

[3] 國立臺灣海洋大學河海工程學系

[4]國立臺灣科技大學應用科技學位學程
*Corresponding Author: yhchen@mail.ntust.edu.tw

本研究提出一種結合開放式共振沉箱與機械式動力擷取系統(Power Take-Off, PTO)之波浪能轉換裝置，以提升波浪能擷取能力及發電輸出穩定性。系統利用共振沉箱放大內部波面響應與浮體升沉運動，並透過球螺桿將浮體往復直線運動轉換為旋轉運動，再結合機械運動整流器(Mechanical Motion Rectifier, MMR)與飛輪，將雙向間歇輸入轉換為較穩定之單向旋轉輸出。研究製作 1:32 縮尺原型並進行水槽實驗，探討波高、週期、負載電阻及不同傳動構型對系統性能之影響。實驗結果顯示，共振條件下最大響應振幅算子(RAO)可達 1.833；加入 MMR 與飛輪可有效降低轉速及發電功率波動。於 15 cm 波高下，最高機械效率達 49.23%，最高發電機效率為 52.69%。結果驗證所提出系統之可行性，並可作為後續傳動比匹配與波浪能 PTO 最佳化設計之依據。

Time 時間：11:35–11:50 11/6/2026

Location 地點：IB505

Paper ID 論文編號：142

整合型浮動式波浪發電平台之動態去共振設計與時域響應分析

王柏翰[1,*], 陳羽薰[2], 晏緒恩[3], 涂京佐[3]
[1]財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所
[2]國立臺灣科技大學機械工程系
[3]國立臺灣科技大學應用科技學位學程
*Corresponding Author: ATWang@itri.org.tw

本研究針對四組擺臂式波浪發電機組與半潛式浮台之動態耦合問題，提出波能擷取機構調諧與承載浮台去共振並行之設計方法。研究對象為 20 m×20 m、總重約 400 ton 之四角柱桁架浮台，搭載四組 15 kW 擺臂式波浪發電機組，總裝置容量 60 kW。以波高 2 m、週期 5.5 s 及水深 50 m 為設計海況，先由有限水深色散關係求取波長，再依前後排四分之一波長及側向

二分之一波長配置機組，以增加相對運動；同時調整浮台排水量、水線面積、質量分布與水動力係數，使 heave、pitch 及 roll 主要自然週期避開 5.5–7.0 s 波浪激振區。研究以 ANSYS AQWA 建立頻域輻射/繞射模型與時域耦合模型，評估運動響應振幅算子、六自由度運動及錨泊恢復力，達成約 15 s 之浮台 heave 自然週期設計目標，並確認浮台去共振與擺臂調諧須分別設計，避免承載平台在主要發電海況與機組同步放大。此方法可作為多機波浪發電平台幾何、質量及水動力參數整合設計之依據。

S10: Vibration and Dynamics of Machinery, 機器振動及動力學

Chair: Wei-Jiun Su

議程主持人: 蘇偉儁

Time 時間：8:30-10:00, 11/6/2026

Location 地點：IB307

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
8:30-8:45	21	諧波齒軌跡方程式與傳導振動頻譜的數值分析方法	陳立平, 田孟軒
8:45-9:00	24	智慧型裝備隔振設計軟體於馬達之應用與分析	游子鈿, 陳星銓, 吳佳璋
9:00-9:15	40	使用簡化振動模型進行機械手臂動態特性分析與自然頻率預測	呂韋瑨, 陳重德
9:15-9:30	46	頻率匹配對磁激式擒縱壓電獵能器性能影響之模擬研究	蔡元騏, 吳絜芊, 歐峯銘
9:30-9:45	81	用於數位孿生驗證之 1:10 貨櫃跨運車縮尺模型之機構設計與開發	伍祥秀, 蘇偉儁
9:45-10:00	135	三軸線性工具機進給系統之運動位置變異分析	謝煥為, 蔡志成

Time 時間：8:30–8:45 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：21

諧波齒軌跡方程式與傳導振動頻譜的數值分析方法

陳立平 [1], 田孟軒 [1,*]

[1] 國立清華大學動力機械工程學系

*Corresponding Author: mhtien@pme.nthu.edu.tw

本研究量測鋼輪表面周向振動訊號，藉由快速傅立葉轉換建立大量實驗數據的振動頻譜特徵，並對照重新推導的共軛齒軌跡方程式，成功擬合出振動訊號中的基頻、倍頻與其他各類衍生頻譜。此諧波齒軌跡方程式採用泰勒展開式減少近似函數誤差，模仿齒輪實際減速比的動態變化，具體顯示齒形加工誤差與振動頻率及振幅的關聯性。實驗結果顯示，4200rpm 轉速擬合出來的齒形參數，也在 3000rpm 及其他轉速的頻譜得到良好的模擬結果。

Time 時間：8:45–9:00 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：24

智慧型裝備隔振設計軟體於馬達之應用與分析

游子鈿 [1,*], 陳星銓 [1], 吳佳璋 [1]

[1] 國立高雄科技大學輪機工程系

*Corresponding Author: F112183105@nkust.edu.tw

本論文以研究團隊於國科會三年期計畫中所開發的「智慧型裝備隔振設計軟體」為基礎，針對馬達系統進行隔振設計流程的應用、分析與驗證。該軟體內建避震隔振設計理論與分析準則，可協助使用者選用隔振墊、建立隔振系統模型並評估動態反應。本論文首先以安裝鋼索式隔振墊的馬達為例，利用等效單自由度模型進行隔振初步選用，並計算馬達系統的振動傳遞率與隔振效率；激振頻率為 114.67 Hz 時，振動傳遞率約為 12.19%，隔振效率約為 87.81%。此外，另以安裝 3 個隔振墊的直立式馬達作為多自由度驗證案例，將隔振墊參數導入多自由度模型，進行自由振動與簡諧分析，求得馬達隔振系統的自然頻率、振態與 Campbell Diagram。三軸向自然頻率的分析結果與自由振動試驗結果相比，最大誤差約為 5.83%，顯示該軟體應用於馬達隔振設計具有可行性。結果顯示，該軟體可協助使用者快速建立馬達隔振系統的分析流程，並協助設備商、系統製造商與隔振墊廠商提升避震隔振設計能力。

Time 時間：9:00-9:15 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：40

使用簡化振動模型進行機械手臂動態特性分析與自然頻率預測

呂韋瑨 [1,*], 陳重德 [1]

[1] 國立成功大學機械工程系

[*]Corresponding Author: pe42705@gmail.com

隨著協作型機械手臂廣泛應用於人機協作，相較於強調高剛性與高速運動的傳統工業機械手臂，協作型機械手臂為提升操作安全性，多採用輕量化結構與彈性關節模組。然而，此類結構較容易產生振動，進而影響末端定位精度與運動性能。為掌握機械手臂的振動特性，本研究進行動力學建模與模態分析，並選取關鍵姿態，利用衝擊錘與加速規進行模態實驗，以取得系統的自然頻率與模態形狀。根據第一模態的主要振動行為，將機械手臂簡化為單一自由度模型，並結合幾何尺寸、質量參數與特徵值理論，反求系統等效參數。其後，透過改變關節角度形成不同姿態，比較理論預測值與實驗量測值，以驗證模型準確性。結果顯示，多數姿態下之誤差約為 2%，最大誤差為 4.8%，顯示此模型具良好的自然頻率預測能力。雖目前仍受限於特定姿態與單自由度的假設，但研究成果可作為後續多自由度建模、參數鑑別及振動抑制控制之基礎。

Time 時間：9:15-9:30 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：46

頻率匹配對磁激式擒縱壓電獵能器性能影響之模擬研究

蔡元騏 [1], 吳絮芊 [1], 歐峯銘 [1,*]

[1] 國立成功大學機械工程系

*Corresponding Author: ou_fm@gs.ncku.edu.tw

本研究針對低頻激振下壓電獵能器的頻率匹配問題，建立磁激式擒縱壓電獵能器之串接式模擬分析流程。利用 Simscape 模擬擒縱機構運動，再將其輸出頻率與擺幅輸入 COMSOL Multiphysics，以評估不同激振頻率下壓電樑的穩態響應、輸出功率與系統轉換效率。模擬結果顯示，系統在主共振頻率(14.557 Hz)下雖可產生 2.553 μW 的平均輸出功率，但因輸入端機械耗損極大，整體轉換效率僅 0.46%。排除未達穩態案例後，當激振頻率為自然頻率四分之一 fn /4(約 3.639 Hz)，磁鐵撥動時機與壓電樑的動態回復過程達最佳契合，平均輸出功率提升至 2.847 μW 高於主共振案例且轉換效率提升至 14.73%。頻譜結果顯示，此現象與磁鐵撥動時機及壓電樑動態回復之匹配有關，並伴隨自然頻率附近的高階次諧波成分。上述結果支持此模擬構型在低頻次分頻激振下的可行性，實際輸入與能量效率仍待未來驗證。

Time 時間：9:30–9:45 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：81

用於數位孿生驗證之 1:10 貨櫃跨運車縮尺模型之機構設計與開發

伍祥秀 [1], 蘇偉儁 [1,*]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

*Corresponding Author: weijiunsu@ntu.edu.tw

本研究基於貨櫃場站載具智動化與自主化之數位孿生跨平台協同研發計畫。鑑於大型特殊車輛於研發初期若直接進行全尺寸實體測試與機構改良，常需耗費極高的時間與金錢成本，本研究旨在設計並開發一臺 1:10 貨櫃跨運車之縮尺模型車，作為數位孿生系統小規模測試與驗證之實體載具。在機構與驅動層面，由於油壓馬達的性質適用於低速、高負載之工況，傳統大型機具多仰賴油壓系統驅動，但油壓機構在縮尺化與數位訊號整合上較為受限；因此，本

研究以僅還原車輛之移動、轉向及上車架舉升這三大運動方式為目標，將縮尺模型改以全電控機構為主，分別採用直流馬達、步進馬達與電動推桿來分別還原這三大運動機構，主車架則利用雷射切割之密集板進行加工與組裝。在軟體與系統架構層面，本研究以嵌入式開發板作為硬體控制核心，規劃透過 ROS 2 作為資料傳輸之中介，來連結實體車輛端與 Isaac Sim 內之虛擬車輛模型端進行雙向資料傳輸，藉此評估數位孿生架構之虛實映射成效。本研究不僅建立了具擴展性之數位孿生驗證架構，利於未來移植至全尺寸車輛之實務控制，更提供了一套大型車輛在「設計、製造、驗證、改良」之迭代開發的實務參考基礎。

Time 時間：9:45–10:00 11/6/2026

Location 地點：IB307

Paper ID 論文編號：135

三軸線性工具機進給系統之運動位置變異分析

謝煥為 [1], 蔡志成 [1,*]

[1] 國立中興大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: jctsai@dragon.nchu.edu.tw

工具機定位精度為衡量性能之關鍵指標，直接影響加工誤差，研究其精度對提升製程至關重要。定位精度實為位置誤差範圍，由三軸進給軸共同決定。本研究從幾何角度探討設計階段進給軸組裝與運動行為對位置變異之影響，結合公差分析理論並使用主成分分析 (PCA) 描繪運動位置變異範圍。結果顯示，單軸系統之公差累積路徑中，運動參數前方角度公差較小且運動誤差規格嚴謹，對變異範圍影響微乎其微。雙軸分析顯示 X 向運動參數受 Y 向垂直度 (PerY) 影響，導致變異範圍旋轉與放大；三軸分析後發現 Y、Z 方向運動均受垂直度影響，變異範圍呈放大與旋轉趨勢且與垂直度方向有關。最終本研究繪製工作空間各位置之變異範圍，顯示各點姿態與大小有所不同，表明定位精度未必如預期於各位置皆相同，後續可參考本研究提出之原因加以針對，以提升工具機定位精度。

S11: Precision Measurement, 精密量測

Chair: Yi-Chuang Wu

議程主持人: 吳亦莊

Time 時間：8:30-10:00, 11/6/2026

Location 地點：IB504

Time 時間	Paper ID 論文編號	Title 演講題目	Authors 作者
8:30-8:45	20	利用數值全像干涉術測量物體微量平面外旋轉	簡宏霖, 葉勝利
8:45-9:00	53	基於 CMM 量測之變導程雙螺桿壓縮機轉子齒間間隙計算與最佳配對評估	陳采葳, 汪莉庭, 吳育仁, 林莘穎, 翁英哲
9:00-9:15	86	抗傾角式雙光束共軸干涉儀	羅郁鈞, 王永成, 張中平, 范揚讓, 鄭仁閔
9:15-9:30	112	基於多感測器融合之機車彎道車速估測	張世郁, 林苑婷
9:30-9:45	129	數位影像相關法結合有限元素分析之實驗方法與模擬結果虛實整合比較	邱阜, 莊昀澔, 吳亦莊
9:45-10:00	139	具力覺感測之二指電動夾爪設計	鄭瀚, 藍兆杰

Time 時間：8:30–8:45 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：20

利用數值全像干涉術測量物體微量平面外旋轉

簡宏霖 [1], 葉勝利 [1,*]

[1] 龍華科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: slyeh@mail.lhu.edu.tw

在使用立體影像分析物體表面特徵時，數值全像術已經大量取代傳統全像術。因為利用 CCD 或 CMOS 取像不但方便拍攝，也可簡單使用電腦軟體計算重建物體表面實像。而使用

雙曝光方式的數值全像術則可形成數值全像干涉術，能被用來精密量測物體表面的平面外微小位移或旋轉角(對於同時垂直於入射光和回射光的平面而言)。本論文利用數值全像干涉術來重建雙曝光的物體表面，分析物體表面旋轉前後的兩個立體影像產生的干涉條紋，而計算出物體的微小平面外旋轉角。實驗結果顯示，數值全像干涉術的測量表現很好。

Time 時間：8:45–9:00 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：53

基於 CMM 量測之變導程雙螺桿壓縮機轉子齒間間隙計算與最佳配對評估

陳采葳 [1], 汪莉庭 [1], 吳育仁 [1,*], 林莘穎 [2], 翁英哲 [2]

[1] 國立中央大學機械工程學系

[2] 中華民國工業技術研究院

[*]Corresponding Author: yurenwu@ncu.edu.tw

雙螺桿壓縮機廣泛應用於工業壓縮空氣系統，變導程轉子雖具高壓比、大流量及低洩漏優勢，但螺旋齒面幾何連續變化使加工、量測及組裝精度愈加困難。本研究建立以 CMM 量測為基礎之量測、曲面重建與間隙評估流程:以 Leitz Reference CMM 量測六個截面齒形，結合相位展開與 PCHIP 插值推導連續旋轉角函數，經旋轉矩陣逐層掃掠重建 3D 點雲。重建曲面與實測輪廓比對，各截面法向偏差 RMSE 均低於 10 μm，並經螺旋軌跡檢驗確認幾何連續性。間隙計算採兩套獨立方法交叉驗證:一為擬合三次 B-spline 曲面並以兩階段最近點搜尋計算最小間隙；二為轉換為 STL 網格並直接求解截面多邊形平面距離。測試兩組配對:無干涉組合於三十組齒對配置下，兩法平均絕對誤差均低於 17 μm，證實方法一致性；並將間隙沿洩漏路徑弧長積分得接觸帶面積，作為洩漏量化指標，用以比較嚙合配置及識別加工偏差。另一組合於靜態姿態下偵測出幾何干涉，因靜態計算已無物理意義，改以同一重建曲面於 RecurDyn 建立多體動力學模型，評估其動態嚙合響應。本流程可為變導程雙螺桿轉子精密製造檢測與轉子最佳組配選擇，提供系統化且可交叉驗證之依據。

Time 時間：9:00-9:15 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：86

抗傾角式雙光束共軸干涉儀

羅郁鈞 [1], 王永成 [1], 張中平 [1], 范揚讓 [1,*], 鄭仁閔 [1]

[1] 國立雲林科技大學機械工程系

[*]Corresponding Author: M11511015@yuntech.edu.tw

本研究旨在開發一抗傾角式雙光束共軸干涉儀。針對傳統 Michelson 干涉儀因非共光程光路設計，其干涉訊號易受環境擾動影響，以及 Fabry-Perot 干涉儀之干涉訊號不具正交性等問題，本研究整合兩種干涉儀之優點，使干涉儀架構能有效消除環境擾動之影響，並同時維持干涉訊號之正交性。此外，本研究以角隅稜鏡作為量測鏡，相較於以平面鏡作為量測鏡，於平台位移過程中更能有效降低傾角偏差對量測之影響，達到抗傾角之效果。實驗結果顯示，本干涉儀之量測偏差可達 0.2 μm，重複精度可達 0.15 μm。

Time 時間：9:15-9:30 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：112

基於多感測器融合之機車彎道車速估測

張世郁 [1], 林苑婷 [1,*]

[1] 國立中央大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: yuanting@ncu.edu.tw

機車過彎時受車體側傾與非線性動態影響，傳統純輪速估測法易衍生幾何速差而使車速失真，限制彎道主動安全系統之控制精度。考量量產車之硬體可行性，本研究提出一套僅用前、後輪速與五軸慣性測量單元 (IMU)之雙層彎道車速估測演算法。第一層建立九維運動學狀態空

間模型，透過擴展式卡爾曼濾波器(EKF) 融合輪速、IMU 訊號與後輪無側滑之非完整運動學約束，即時過濾雜訊並解耦出縱向與側向速度；第二層運用互補濾波器估測動態側傾角，進而依據胎冠圓弧幾何修正輪胎有效滾動半徑，消除壓車導致之輪速偏差，最終經向量合成得到真實彎道車速。透過 BikeSim 動態模擬確認演算法的可行性，並驗證其低參數依賴性；於面對載重與重心變化時，RMSE 變動量均小於 0.1 km/h，展現良好之跨車型適應力。實車離線分析全工況估測 RMSE 介於 0.28~0.51 km/h。最後將演算法部署於 STM32 微控制器上進行實車線上即時估測，成功驗證其即時運算效能與估測穩定度，具備實車工程應用價值。

Time 時間：9:30-9:45 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：129

數位影像相關法結合有限元素分析之實驗方法與模擬結果虛實整合比較

邱阜 [1], 莊昀澔 [2], 吳亦莊 [1,*]

[1] 國立臺灣科技大學機械工程系

[2] 國立中正大學機械工程系

*Corresponding Author: ycwu@mail.ntust.edu.tw

數位影像相關法(Digital Image Correlation, DIC)量測結果與有限元素分析(Finite Element Analysis, FEM)通常使用不同之座標及離散方式，使實驗量測與數值模擬不易直接進行位置對位置之比較。本研究建立一套以二維映射為基礎之 DIC-FEM 整合分析系統，利用平面單應性將 FEM 節點投影至影像平面進行特徵追蹤，再將追蹤結果轉換回實際物理座標，以完成全場位移重建與實驗-數值整合比較。為驗證所建立系統之可行性，以鋁合金之 U 形與 V 形缺口試片進行拉伸試驗，並建立對應 ABAQUS 有限元素模型加入延性損傷與元素刪除機制，透過 MAE、RMSE 與 NRMSE 進行定量驗證，以比較實際試片之破壞行為，在明顯損傷發生前，U 形與 V 形缺口試片主要拉伸方向之平均 NRMSE 約維持於 2%~3%；進入損傷起始後，誤差明顯增加，且主要集中於缺口根部附近，顯示目前模擬與實驗之差異主要來自

局部破壞起始與損傷演化時序。結果證明，本研究所建立之 DIC-FEM 分析流程可有效建立實驗影像與有限元素節點間之直接關聯，並具備材料變形量測、有限元素模型驗證及後續虛實整合應用之潛力。

Time 時間：9:45–10:00 11/6/2026

Location 地點：IB504

Paper ID 論文編號：139

具力覺感測之二指電動夾爪設計

鄭瀚 [1,*], 藍兆杰 [1]

[1] 國立臺灣大學機械工程學系

[*]Corresponding Author: hc3611@gmail.com

一般電動夾爪若要取得夾持力，多需外加力規或觸覺感測器，佔用指部空間亦增加線路與成本。本文設計一具平行二指電動夾爪，將力覺感測整合於傳動系統中，僅由編碼器讀值即可推算夾持力與夾持物尺寸。其傳動鏈依序為步進馬達、正齒輪組、具自鎖特性之蝸桿蝸輪、螺旋撓性軸與輸出齒輪，再經雙齒條滑軌轉為兩指之同步平行開合。感測原理在於將螺旋撓性軸置於蝸輪與輸出齒輪之間，作為串聯彈性元件，並以內、外雙磁環同平面之單讀頭絕對型編碼器，外環隨輸入端之蝸輪、內環隨輸出端之輸出齒輪轉動，分別量測撓性軸兩端之角度:兩環角度差即為撓性軸之扭轉變形量，乘以已知勁度可得輸出扭矩並換算為夾持力，內環角度則對應手指位置，於接觸瞬間即可讀出夾持物尺寸。由於變形量取自撓性軸兩端之相對角度，開、合爪皆可感測，且上游齒輪背隙與蝸桿自鎖皆不影響量測。設計上以有限元素分析在容許應力下取捨撓性軸勁度，兼顧力解析度與可承受扭矩，並以機構限位保護之；針對步進馬達對磁環之磁場干擾，採低碳鋼屏蔽外殼與不導磁傳動件加以抑制，並建立開、合爪之傳動誤差查表予以補償。實機驗證顯示，此一僅靠編碼器之力覺感測架構可穩定量測夾持物尺寸與夾持力，重複性良好；滑軌摩擦所造成之遲滯為目前主要誤差來源，後續將以實測查表加以補償。

Society Awards 學會獎項

中華民國機構與機器原理學會「機構與機器原理獎章」

- 為表彰在機構與機器設計領域具有重要貢獻者，特設置「機構與機器原理獎章」
- 候選人應符合下列條件：
  - 在機構與機器原理上有顯著之成就或發明者
  - 主責與機器原理相關之學術機構或工程單位，對國家社會有重大貢獻者
- 本獎候選人採下列公開推薦方式之一甄選
  - 本學會團體會員推薦
  - 學會理監事三人(含)或永久會員五人(含)以上推薦

機構與機器原理獎章得獎人——馮展華講座教授



國立中正大學機械工程學系 講座教授

曾任國立中正大學校長、科技部工程司司長、行政院國家科學委員會工程處處長、經濟部技術處 SBIR 計畫總召集委員，以及工研院、金屬中心董事。

深耕齒輪與精密傳動，深獲產業肯定

精齒輪理論與精密傳動技術，深獲產業界肯定，享有「齒輪王」美譽。

學術影響卓著，屢獲國家級殊榮

入選全球前 2% 頂尖科學家終身科學影響力排行榜，榮獲自動化科技工程獎章、東元獎及行政院傑出科技貢獻獎等殊榮。

引領學會發展，促進產學研合作

曾任本學會第 11、12 屆理事長，積極推動國際學術交流，並參與國家科技政策發展。

貫通理論與實務，創造產業價值

整合齒輪理論、刀具設計、CNC 齒輪專用機開發、加工製程、量測與誤差修正等技術，推動產業應用，創造年產值逾新臺幣 50 億元。

中華民國機構與機器原理學會「傑出工程教授獎」

- 為表揚對我國在機構與機器原理領域做出卓越貢獻的教授，特設置「傑出工程教授獎」
- 候選人應符合下列條件：
    - 本學會之個人會員且專職我國公私立大專校院工程相關科系之專任教授、副教授、或助理教授
    - 未曾獲得本獎項者
- 本獎候選人採下列公開推薦方式之一甄選
    - 本學會團體會員推薦
    - 學會理監事三人(含)或永久會員五人(含)以上推薦



中華民國機構與機器原理學會「優秀年輕機構與機器原理學者獎」

- 為表揚於機構與機器原理研究有重要貢獻之年輕學者，特訂定本辦法設置「 優秀年輕機構與機器原理學者獎」
- 候選人，應符合下列條件：
  - 本學會永久會員，於當年 12 月 31 日未滿四十五歲(含)，且未曾獲本獎者
  - 對機構與機器原理領域之研究或教育有優秀成就者
- 本獎候選人採下列公開推薦方式之一甄選
  - 本學會團體會員推薦
  - 學會理監事三人(含)或永久會員五人(含)以上推薦

優秀年輕機構與機器原理學者獎 — 陳冠辰 助理教授



國立中興大學機械工程學系 助理教授
國立成功大學機械工程博士．現任本學會秘書長

創意機構設計與機電整合創新
專長整合馬達與齒輪傳動、高轉矩密度致動器、可重構移動載具及無人系統開發。

跨域醫療輔具與國家級創新獲獎
研發口腔復健裝置與下肢輔具，骨科手術之鋼絲旋緊器榮獲第 21 屆國家新創獎-臨床創新獎第22屆國家新創獎-精進獎。

熱心會務服務與人才培育
擔任第 19 屆學會秘書長、積極參與學會會務、研討會，指導學生獲學會論文獎。

中華民國機構與機器原理學會「學生畢業論文獎」

- 為獎勵優秀學生論文，設置碩博士學生論文獎，其名額及獎勵為：
  - 博士論文設傑出博士論文獎一名，獎金壹萬元整，優等博士論文獎二名，獎金各捌仟元整；並另頒發獎狀給獲獎學生及其指導教授
  - 碩士論文設傑出碩士論文獎一名，獎金捌仟元整，優等碩士論文獎三名，獎金各伍仟元整；並另頒發獎狀給獲獎學生及其指導教授
- 接受評選之學生論文，由指導教授推薦之，且指導教授或所推薦學生需為本會會員
- 受推薦之論文須符合下列規定：
  - 論文內容需以研究性為主，不論在機構原理、實驗或機器設計方面有創新者均可推薦，但必須是當學年度之學生畢業論文
  - 以中英文為限，至少需含中文摘要，其他可依各校畢業論文格式要求
  - 「碩博士論文獎」的申請人需同時向 CSMMT 2026 / iCMMT 2026 投稿全文論文
  - 每位指導教授推薦的碩博士論文最多限定一篇
  - 推薦的論文除了論文本身外，還需附上指導教授的推薦函、論文主要貢獻摘要說明、曾投稿研討會論文的佐證資料、學生簡歷以及會員證明文件，整理成紙本一份
  - 論文、主要貢獻摘要說明及學生簡歷也需整理成電子檔一份(PDF 格式)，並存放於磁片或光碟中，寄至本會秘書處

2026博士學生畢業論文

獎項：傑出論文獎
作者：莊啟佑
論文名稱：多階行星齒輪組之通用化受載面接觸模型與傳動效能分析
指導教授：蔡錫錚　　學校：國立中央大學 機械工程學系

獎項：優等論文獎
作者：黎可桂
論文名稱：交錯軸面齒輪刮削加工之新型齒面修整法及其齒面接觸性能提升研究
指導教授：吳育仁　　學校：國立中央大學 機械工程學系

獎項：優等論文獎
作者：陳石生
論文名稱：基於變齒厚蝸桿之創成磨齒齒面扭曲解析控制
指導教授：陳昭亮、徐瑞宏　　學校：國立中興大學 機械工程學系

2026碩士學生畢業論文

獎項：傑出論文獎
作者：陳禹安
論文名稱：用於眼科手術的高靈巧性仿人機械手之微型化設計與實現
指導教授：李宇修　　學校：國立臺灣大學 機械工程學系

獎項：傑出論文獎
作者：李依蓁
論文名稱：幾何非線性拓樸最佳化方法於路徑產生撓性足型機構之設計及其機器人之實作
指導教授：劉至行　　學校：國立成功大學 機械工程學系

獎項：優等論文獎
作者：吳絜芊
論文名稱：擒縱式壓電獵能器之設計、分析與實作
指導教授：歐峯銘　　學校：國立成功大學 機械工程學系

獎項：優等論文獎
作者：林昇翰
論文名稱：搖擺式從動件盤形凸輪機構之完全動平衡設計與實驗驗證
指導教授：張文桐　　學校：國立臺灣海洋大學 機械工程學系

獎項：優等論文獎
作者：郭紘碩
論文名稱：基於瞬時不變量與曲率理論之球面四連桿路徑合成
指導教授：徐冠倫　　學校：國立臺灣大學 機械工程學系

Author/Chair Index 作者/主席索引

A

Altius, Marnel Patrick Junior 79, 88
Azim, Mohd 63

B

Briones, Dan Michael A.S..... 51

C

Caron, Guillaume 37
Chan, Tzu-Chi 78
Chang, Biing-Chwen 張秉純 173
Chang, Chia-Hao 80
Chang, Ching-Yuan 張敬源..... 89, 90, 92, 96
Chang, Kuan-Hsien 93
Chang, Shinn-Liang 78
Chang, Wen-Tung 張文桐 54, 105, 107, 108
Chang, Yu-Cheng..... 79
Chen, Guan-Chen 陳冠辰 ... 43, 51, 132, 133, 135, 151, 157
Chen, Heng..... 82
Chen, Ke-Yu..... 67
Chen, Yi-Han 63
Chen, Ying-Chun 93
Chen, Yu-An 59
Chen, Yu-Hsun 陳羽薰..... 45, 127, 133, 152, 154, 182, 183
Cheng, Jun-Ming..... 89, 90
Chiang, Ming-Li 江明理..... 70, 75
Chiu, Chih-Hsiang..... 76
Chu, Chi-Hsuan..... 88
Chu, Yuan-Hsi..... 84
Chuang, Ching-Wei..... 76

D

Dewangga, M Abizard Afif Putra 99

F

Fang, Tsung-Ming..... 89, 90
Fong, Zhang-Hua 馮展華 33, 100, 101, 102

H

Ho, Chi-Yu..... 86
Hsieh, Hung-Lin..... 93
Hsiung, Kuan-Chien..... 93
Hsu, Hua-Yi 96
Hsu, Kuan-Lun 徐冠倫 41, 44, 55, 119, 169, 179
Huang, Bernard 81
Huang, Kuan-You 82
Huang, Shyh-Chour..... 66
Hung, Wei-Song..... 86

J

Juang, Chia-Wei 莊家維 124, 127

K

Ke, Kun-Cheng..... 80, 82, 84
Kuo, Chunliang..... 68

L

Lai, Tung-Chien..... 90
Le, Khoe-Qui 112
Lee, Cheng-Kang..... 99
Lee, Yi-Hui 李羿慧 48, 49, 53, 101, 103, 106, 111
Lee, Yu-Hsiu 59
Li, Jhan-Yu 81
Li, Jia-Ying..... 93
Li, Yi-Ming..... 96
Liang, Shu-Hao 梁書豪..... 77, 79, 88, 136
Lin, Chang-Yi..... 73
Lin, Chi-Ying 林紀穎..... 163, 167, 168
Lin, Chun-Che 62
Lin, Chyi-Yeu..... 71, 72, 73
Lin, Jiong-Wei 72
Lin, Po Ting 林柏廷..... 39, 62, 63, 64, 71, 72, 73, 86
Lin, Yen-Hua 林彥樺 ... 37, 61, 86, 128, 129, 130, 131, 159, 160, 170, 171, 172, 181
Lin, Yucheng 68
Lin, Yu-Ting..... 86
Liu, Chia Lan..... 71
Liu, Chi-Yun..... 80
Liu, Meng-Kun 81

M

Manuel, Mark Christian E. 51

N

Nguyen, Viet-Quang..... 57
Nguyen, Vu Linh 62, 64
Nian, Shih-Chih 80, 84

O

Ou, Feng-Ming 歐峯銘 139, 188

P

Pham, Duy Binh 66
Phan, Quoc-Hung 94

S

Shih, Yi-Pei 石伊蓓 33, 56, 112, 113, 117, 118
Siao, Li-Cih 73
Su, Wei-Jiun 蘇偉儁 141, 185, 188
Sugahara, Yusuke 39
Sun, Shao-Hua 93

T

Tadese, Addisu Kidanemariam..... 64
Teng, Pei-Ti..... 84

Thote, Parag 97
Tran, Nguyen-Ba 94
Tsai, Shyi-Jeng 蔡錫錚 50, 104, 115, 116, 117, 120
Tsai, Yu Syuan 89
Tsai, Yun-Yi 82
Tuan, Yun-Ting 84

U

Ullah, Aman 78

W

Wakle, Sudhir 161
Wang, Shao-Yu 王紹宇 48, 122
Wang, Yu-Jen 王郁仁 97, 125, 132, 147
Wen, Chen-Ting 67
Wen, Hsiang-Yu 75
Wu, Ching-Fa 72
Wu, Jie-Ying 96
Wu, Leon 86
Wu, Sheng-Cheng 71
Wu, Yi-Chuang 吳亦莊 190, 193
Wu, Yu-Ren 吳育仁 45, 57, 99, 112, 191

Y

Yang, Cheng-Jung 楊政融 145
Yang, Jingyi 41
Yang, Ya-Tang 楊雅棠 157, 161
Yu, Ching-Feng 94

Z

Zhang, Ziliang 68

伍

伍祥秀 188

何

何宜安 169

侯

侯安擇 123
侯帝光 48
侯羽珊 152

涂

涂京佐 182, 183

劉

劉俊葳 142, 146
劉冠岑 105
劉建宏 138
劉義強 161
劉至行 59, 126
劉雅硯 44

吳

吳佳璋 186
吳冠忠 130
吳國彰 158
吳孟軒 102
吳岳澄 134
吳柏逸 164
吳益彰 124, 182
吳秉奕 58
吳絮芊 188
吳荃林 107, 108

呂

呂承緒 154
呂昕亮 157
呂昕叡 176
呂沛馨 116
呂韋瑨 187

周

周廷瑋 129
周承詳 53

姜

姜兆源 145
姜智文 172

孫

孫正東 106

廖

廖以軒 138
廖學彬 113

張

張世郁 192
張中平 192
張兆瑋 131
張宇寰 168
張宗聖 149
張愷勛 136
張承詰 149
張敦樸 105
張昱 161
張淳堡 114
張珈綺 146
張睿哲 142
張祐華 118
張鈞翔 155

彭

彭聖宗 142
彭達仁 143

徐

徐偉軒 180
徐國維 125, 147
徐崇哲 131
徐愷辰 177
徐瑞宏 109
徐睿恩 100, 101, 102

晏

晏緒恩 182, 183

曾

曾奕銓 157

朱

朱泓安 154

李

李伃婇 165
李依蓁 59
李奇軒 180
李姿瑩 177
李志中 58
李政威 49
李政鋼 153, 154
李晨齊 181
李秉宸 151
李維楨 158
李翊廷 182
李芳誼 55

林

林俊諺 161
林宏安 141
林宗儁 155
林新逸 176
林昇翰 54
林柏叡 122
林派臣 105
林煜荃 47
林瑞璋 142
林祐任 176
林育志 177
林苑婷 192
林莘穎 191
林辰澔 139
林辰豪 175
林鼎晟 149

梁

梁博傑 151
梁益華 145
梁育禎 146

楊

楊智嫕 175

江

江祐宇 43
江紘璿 177
江翊嘉 134

汪

汪莉庭 191

沈

沈銘原 138

洪

洪千涵 50
洪士媛 103
洪晧鈞 49

溫

溫育叡 122

游

游子鈿 186

湯

湯科爾 142

王

王奕程 117
王妲淨 124
王宇騏 149
王彥閎 56
王心德 151
王昱恆 107, 108
王柏翰 182, 183
王楓寓 161
王永成 142, 192
王瑞仁 167
王詩晴 182
王雋誠 137

田

田孟軒 185

白

白庭宣 163

石

石博元 160
石沛晨 138

簡

簡依婷.....173
簡宏霖.....190
簡崇恩.....142

羅

羅偉桀.....123
羅郁鈞.....192

翁

翁英哲.....191

范

范哲睿.....48
范揚讓.....142, 192

莊

莊俊融.....52, 163, 164, 165
莊啓佑.....104
莊子緯.....164
莊昀澔.....193
莊晉逢.....157

葉

葉勝利.....190
葉昊恩.....133

蔡

蔡佑承.....165
蔡元騏.....188
蔡巧軒.....163
蔡志成.....132, 189
蔡忠佑.....105, 122, 123
蔡承恩.....45
蔡欣樺.....53

藍

藍兆杰.....47, 114, 137, 140, 148, 169, 174, 177, 194
藍振洋.....182

袁

袁芷妍.....52

許

許品舜.....146
許庭瑋.....163
許文陽.....182
許程翔.....49

詹

詹耀賢.....143
詹謹聰.....124, 182

謝

謝昀倫.....182
謝明政.....127
謝易峻.....149
謝煥為.....189
謝睿祺.....177
謝郁誠.....101

賴

賴岦俊.....134
賴柏諺.....115

趙

趙詠馨.....182

連

連啓翔.....49, 53

邱

邱昱仁.....166
邱昱鈞.....131
邱昱阱.....149
邱阜.....193

郭

郭岱欣.....126
郭柏均.....140
郭柏威.....131
郭紘碩.....179

鄧

鄧又嘉.....128

鄭

鄭仁閔.....192
鄭志鈞.....122, 123
鄭永長.....153, 154
鄭瀚.....194

鍾

鍾博儒.....171
鍾昀真.....124
鍾沅熙.....164

鐘

鐘培誠.....134

陳

陳亦星.....148
陳佳妘.....124
陳冠勳.....149
陳冠宏.....100, 101, 102, 106
陳冠維.....119

陳奕樺 120
陳守義 176
陳宥廷 145
陳彥融 177
陳明志 159, 172
陳星銓 186
陳昭亮 109
陳昱安 166
陳柏聿 135
陳柔方 103
陳泓任 139
陳泓文 132
陳石生 109
陳立平 185
陳聖斌 170
陳裕澍 125, 147
陳采葳 191
陳重德 187
陳韋廷 45
陳駿霖 116

韓

韓希然 47

顏

顏琮恩 100

饒

饒秉軒 149

魏

魏祐楨 174

黃

黃全敬 176
黃國饒 115
黃思喬 112
黃惟中 177
黃煜翔 134
黃百茂 163
黃竣鴻 148
黃胤勛 165
黃騰鋒 120

黃

黃俊嘉 131

黎

黎謦豪 153

