主導課程六：機器導航與探索（Robotic Navigation and Exploration）

課程基本資料

開設學校：國立清華大學

開授教師： 胡敏君

班級人數： 開課級別：研究所 (開放大學部修讀)

授課語言： 中文

授權方式：條件式

協同教師學經歷建議：資工、電機、動機、機械相關科系畢業。

同步遠距上課時間：每周一晚上6:30~9:20

是否接受非同步授課：是

實體期中、末評量時間：

實體期中、末評量需求：

遠距上課位置：https://www.youtube.com/@NTHURNE-l9v

課程網頁：

修課人數與助教比例：建議每 10 名學生需 1 名助教，若盟校有困難可以酌以刪減

課程概述

本課程模組分為三個主要的部分，分別為即時追蹤與地圖建置(SLAM)、基於機器學習之場景理解(Scene Understanding)與探索導航的動作控制(Action Control)。即時追蹤與地圖建置部分包含機率模型與相機模型等理論基礎，也包含基於深度學習之RGB-based的3DSLAM方法。場景理解的部分包含機器學習的基本概念，再帶到深度學習的技術與目前的物件偵測與語意切割技術。動作控制的部分則包含路徑規劃與導航演算法，並帶入強化學習的概念來引導行進的路徑。

參考書目

- Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition, MIT Press, Cambridge, MA, 2018
- Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, and Dieter Fox , Probabilistic Robotics,2005. (Intelligent Robotics and Autonomous Agents series)
- Xiang Gao , Tao Zhang: Introduction to Visual SLAM - From Theory to Practice, 2021.
- Gang Peng , Tin Lun LAM , Chunxu Hu , Yu Yao , Jintao Liu , Fan Yang: Introduction to Intelligent Robot System Design - Application Development with ROS, 2023.

課程內容大綱

週次	日期	課程內容	備註
1	2/23	Introduction to Robotic Navigation and Exploration	
2	3/2	Kinematic Model and Path Tracking Control * Control System Basics * PID Control * Basic Kinematic Model * Differential Drive Vehicle * Pure Pursuit Control * Kinematic Bicycle Model	Lab 1
3	3/9	Motion Planning * Motion Planning Introduction * Path Planning * Curve Interpolation * Trajectory Planning * Path Planning	Lab 2

4	3/16	Reinforcement Learning (I) * MDP * Value Function * Bellman Equation * Reinforcement Learning	
5	3/23	Reinforcement Learning (II) * Q-Learning / Sarsa / DQN * Policy Gradient / Actor-Critic	Lab3
6	3/30	Project Environment Building	
7	4/6	清明補假	
8	4/13	SLAM Back-end (I) * State Estimation and SLAM Problem * Probability Theory and Bayes Filter * Kalman Filter / Extended Kalman Filter	
9	4/20	SLAM Back-end (II) * Graph based Optimization * Graph Optimization for 2D SLAM (Bundle Adjustment)	Lab 4
10	4/27	3D SLAM (I) * Feature Descriptor * Multi-view Geometry * Lie Group & Lie Algebra	
11	5/4	3D SLAM (II) * 3D SLAM: ORB-SLAM * Direct Method * DNN-based SLAM	
12	5/11	3D Embodied Agent (I)	Lab 5

		* 2D → 3D → Interactive Embodied Intelligence Evolution * Overview of Major Ecosystems: * Real-world Use Cases	
13	5/18	3D Embodied Agent (II) * Vision-Language Models for Embodied Agents * Preference-based RL + VLM Rewards * 3D Content Generation for Embodied Agents * LLM-Driven Decision Making & Task Planning	
14	5/25	Paper Presentation (I)	
15	6/1	Paper Presentation (II)	
16	6/8	Project Presentation & Demo	

成績評量方式

- 4次作業: 60% (15% for each HW)
- 論文閱讀報告(10%)
- 期末專題(含實作、書面報告、口頭報告): 30%

課程要求

- 建議學生需已修過Python程式設計、影像處理、深度學習相關課程。
- 學生須自備具GPU顯卡之電腦。
- 本課程期末專題採分組開發，為避免影響同組修課同學之權益，本課程不接受期中退選，請謹慎評估可投入的時間再選課。