

马来西亚理科大学

Universiti Sains Malaysia

机器人技术线上项目

学校简介

马来西亚理科大学，简称“理大”，成立于 1969 年。是大马建立的第二所公立大学，也是大马国内公认的排名第二的老牌名校。是一所全球顶尖大学，它的医学、理学、工程学领域享誉世界。马来西亚理科大学在 2023 年 QS 世界大学排名中位列全球第 143 位，排名与之相当的中国大学有同济大学（QS 全球 212 位）、哈尔滨工业大学（QS 全球 217 位）和中山大学（QS 全球 267 位）。



校园规模庞大、环境优美，被誉为亚洲的花园大学。USM 拥有主校区（槟岛）、工程校区、医学校区三个校区，学校教师多具有美、英、澳、新等世界教育前沿国家的教育和学术研究背景。现有本科生和研究生共 33000 多人。



项目介绍

课程时间

2023年1月15日—2月2日；第一周为1月15日-20日，第二周为1月28日-2月2日。

以上安排可能根据实际需要微调。

课程内容：

主题 1：深度学习（Deep learning）

Prof. Ir. Ts. Dr. Shahrel Azmin Sundi

信息科学博士，毕业于日本九州工业大学。

现任电气与电子工程学院教授。

本专题介绍人工神经网络，包括感知器、网络结构、前馈和反向传播算法，以及无监督学习算法。学习深度学习的概念，以及如何从人工神经网络升级到深度学习。学习卷积神经网络模型和一些有效的工具与实例。



主题 2：嵌入式系统（Embedded System）

Associate Prof. Dr. Syed Sahal Nazli Alhady

电气与电子工程博士，毕业于马来西亚理科大学。

现任电气与电子工程学院副教授。

本专题介绍嵌入式系统领域的知识基础、相关技术术语及其潜力。学习从基础开始开发一个嵌入式系统，从电子元件和数据表开始，通过硬件的构建和固件的实施。学习如何将其他多门核心工程课程中获得的信息整合起来，应用于实际设计中。



主题 3：空中机器人技术 (Aerial robotics)

Dr. Ho Hann Woei

航空航天工程博士，毕业于荷兰代尔夫特理工大学。

现任马来西亚理科大学航空航天工程学院高级讲师、无人机实验室经理，荷兰代尔夫特理工大学航空航天工程学院客座研究员。本专题介绍无人驾驶飞行器，俗称无人机，其中包括探索不同类型的无人机，其特点和应用。本专题的重点是多旋翼平台（使用最多的无人机类型），了解其基本飞行原理，基本部件（硬件和软件），以及可用的传感器技术。讨论目前解决自主无人机所面临的各种挑战的研究工作。



主题 4：机器人技术中的计算流体力学 (CFD Simulation for UAV)

Professor Farzad Ismail

航空航天工程和科学计算双博士学位，毕业于美国密西根大学安娜堡分校。

现任马来西亚理科大学航空航天工程学院院长。

本专题是计算流体动力学的入门课程，重点是无人驾驶飞行器的模拟。课程将从 CFD 的原理开始，简要介绍理论和管理数学方程，如何对其进行数值建模。作为发展动手能力的一部分，学生将学习简短的 CFD 实验室经验，模拟一个简单的无人机飞行过程设置，讨论最佳尺寸和形状配置、飞行速度条件、网格问题等。



主题 5：蜂群机器人技术 (Swarm Robotics)

Dr. Wan Amir Fuad Wajdi Othman

本科毕业于日本东京工程大学、硕士毕业于英国曼彻斯特大学和博士毕业英国谢菲尔德哈拉姆大学材料与工程研究所。

本专题讨论本科生水平的集群机器人。学习机器人技术的历史和集群机器人技术的进展。讨论机器人编程环境的使用，如 ARGoS 或机器人操作系统与 Gazebo。解释集群智能及其应用。



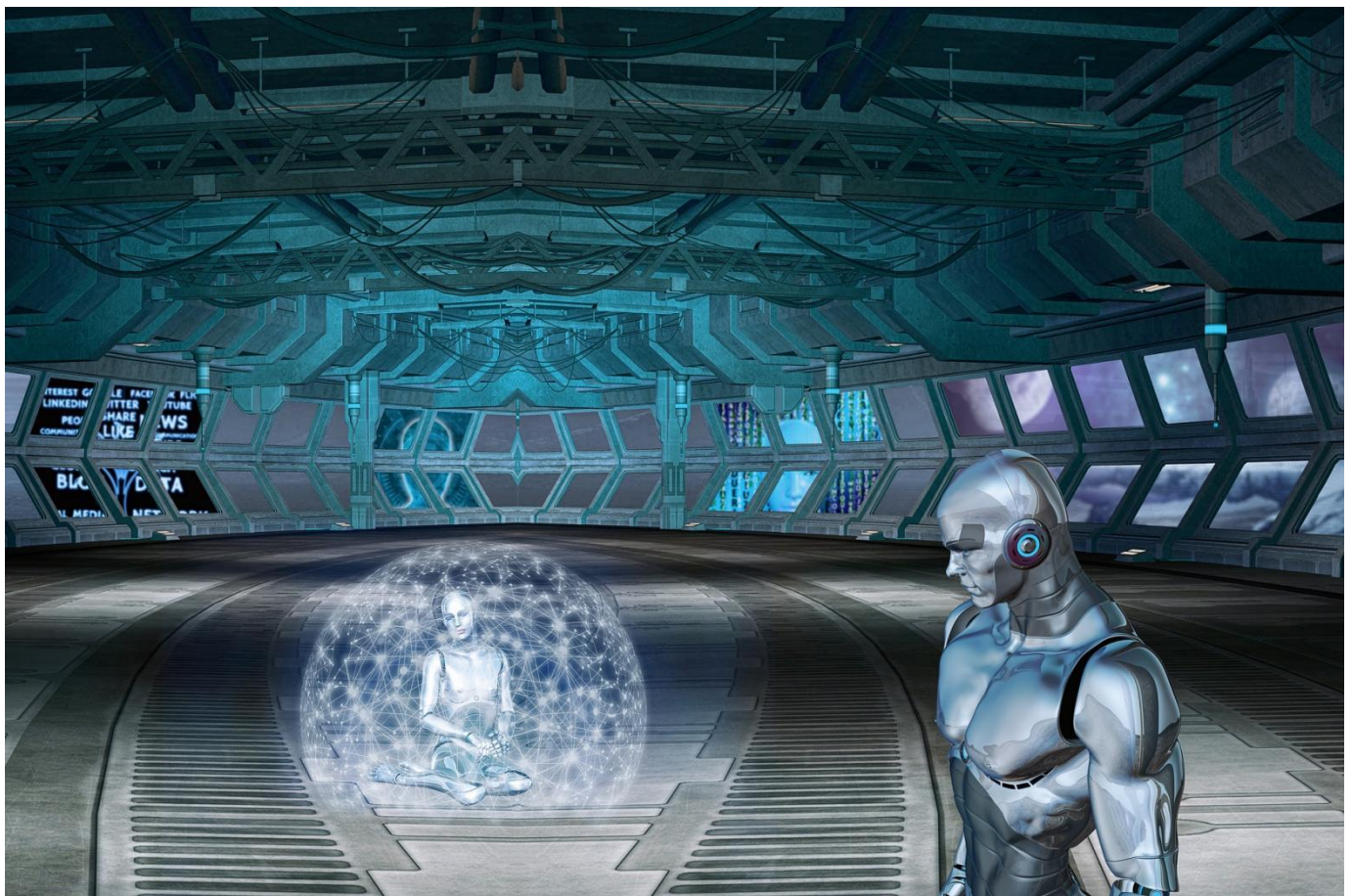
主题 6：强化学习 (Reinforcement Learning)

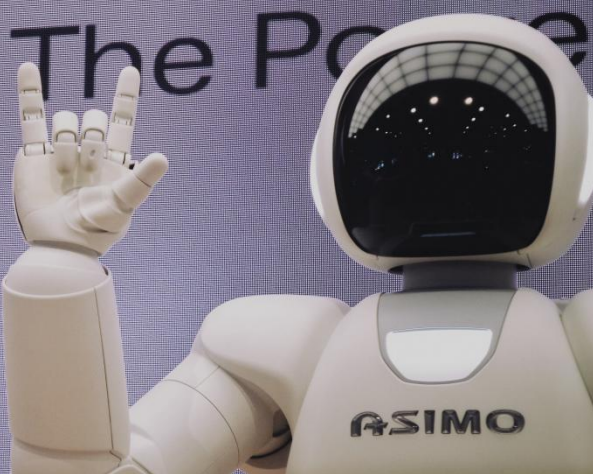
Dr. Zhou Ye

本科和硕士毕业于西北工业大学，航空航天工程控制与仿真博士毕业于荷兰代尔夫特理工大学。

现任马来西亚理科大学航空航天工程学院高级讲师，荷兰代尔夫特理工大学航空航天工程学院客座研究员。

强化学习 (RL) 是一个智能、自我学习方法的框架，可应用于自主操作和应用。本专题将介绍强化学习，包括其基本概念，不同的方法，以及泛化方法。了解在解决机器人问题时面临的关键挑战以及未来研究的巨大潜力。





参考课程表 (北京时间, 早上 10-12 点)

第一天

主题 1-1: 神经网络简介
主讲人: Prof. Ir. Ts. Dr. Shahrel Azmin Sundi

第二天

主题 1-2: 深度学习和卷积神经网络
主讲人: Prof. Ir. Ts. Dr. Shahrel Azmin Sundi

第三天

主题 2-1: 嵌入式系统介绍
主讲人: Associate Prof. Dr. Syed Sahal Nazli Alhady

第四天

主题 2-2: 开发一个嵌入式系统
主讲人: Associate Prof. Dr. Syed Sahal Nazli Alhady

第五天

主题 3-1: 无人驾驶飞行器简介
主讲人: Dr. Ho Hann Woei

第六天

主题 3-2: 基本飞行原理和技术
主讲人: Dr. Ho Hann Woei

第七天

主题 4-1: 机器人技术中的计算流体力学 (理论)
主讲人: Professor Farzad Ismail

第八天

主题 4-2: 机器人技术中的计算流体力学 (应用)
主讲人: Professor Farzad Ismail

第九天

主题 5-1: 蜂群机器人技术简介
主讲人: Dr. Wan Amir Fuad Wajdi Othman

第十天

主题 5-2: 蜂群智能及其应用
主讲人: Dr. Wan Amir Fuad Wajdi Othman

第十一天

主题 6-1: 强化学习方法介绍
主讲人: Dr. Zhou Ye

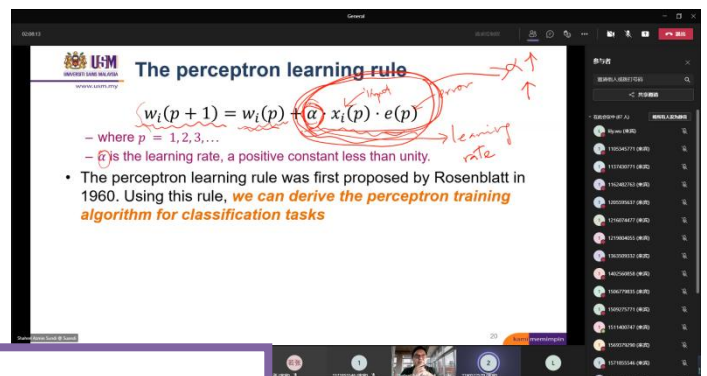
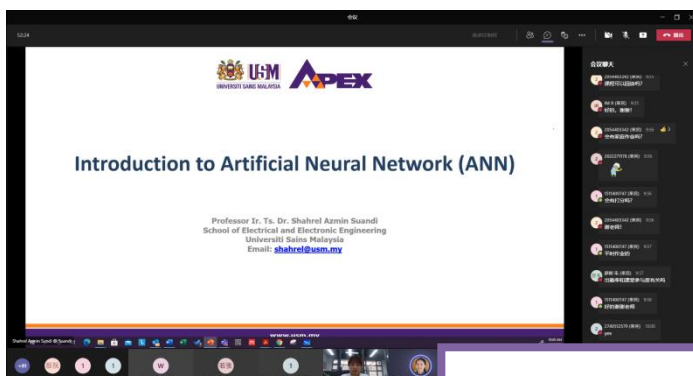
第十二天

主题 6-2: 强化学习的智能控制和决策
主讲人: Dr. Zhou Ye

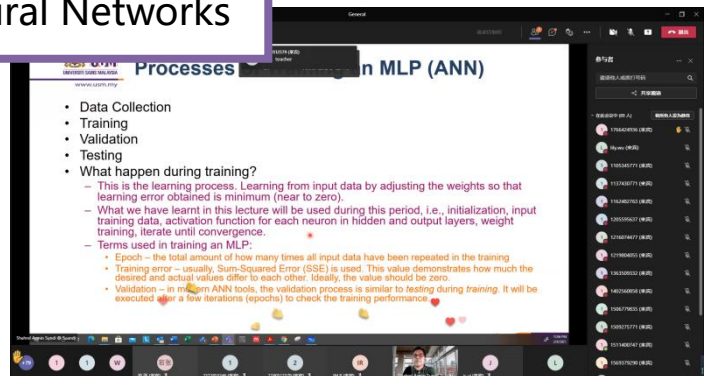
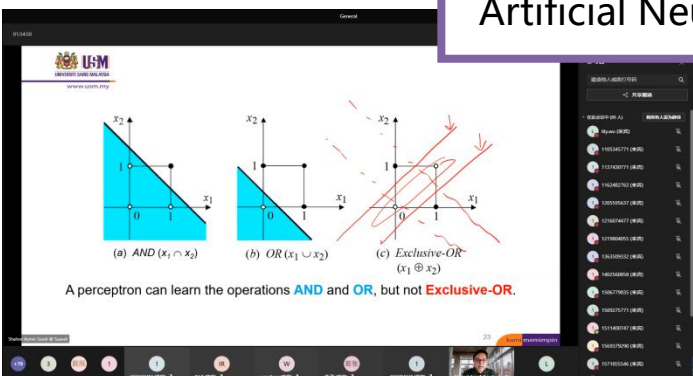
*具体课表以实际安排为准。



往期线上课程分享



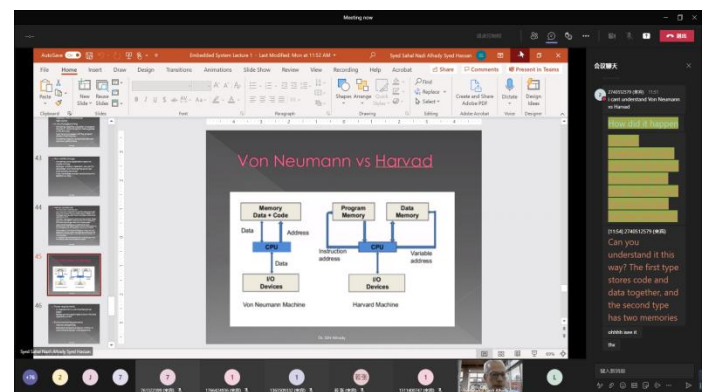
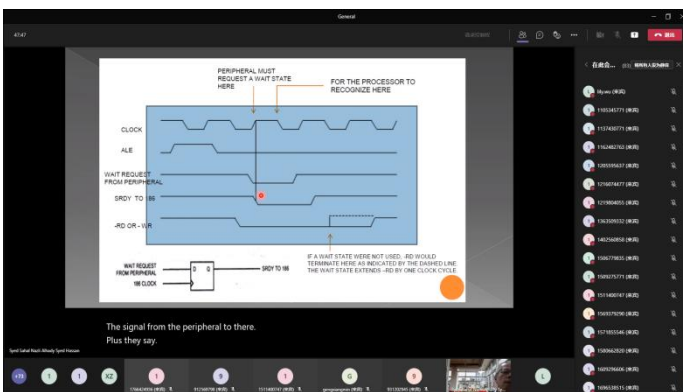
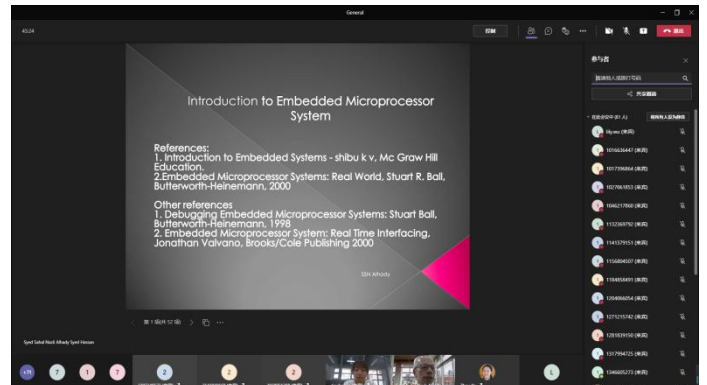
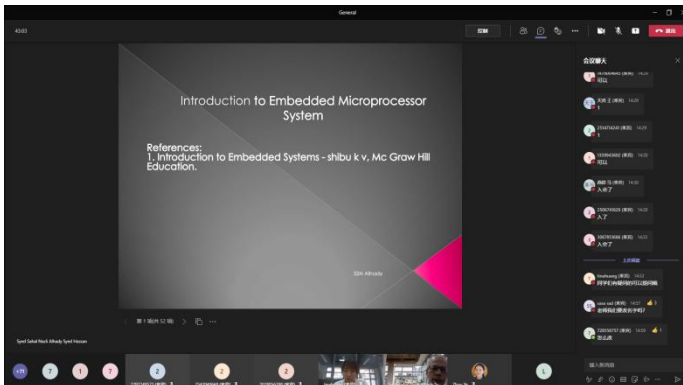
Artificial Neural Networks



Artificial Neural Networks 课堂小结

今天的课程主要讲的是关于机器学习方面的，涉及深度学习神经网络这块较深，首先是系统介绍讲解了神经网络的构成，包括生物学习上的神经元，轴突，树突等从而演变到机器神经网络。关于机器训练，很重要的两个值就是 w 权值以及 b 偏移量，这里就是 w 一般也是在 $-0.5 \sim 0.5$ 这个范围中。系统来说，输入层有四个部分，下面就是隐藏层，一层或者两层与具体实践的训练有关，最后是输出层，这里就像是生物细胞中的神经元，由此而得到的启发。对于这节课，其实我个人大部分都是听懂的，因为我这一年做的一个项目就是和深度学习神经网络这方面联系很深，不过我偏重的是 CNN，但是 ANN 和 CNN 联系也很相近，理解起来难度也不是特别大，我觉得最难的是如何去实操训练这部分，就是写代码这部分，对我来说还是挺头疼的，不过我觉得这节课还是有很多新的收获，巩固的同时也有不少新的感悟。——申同学

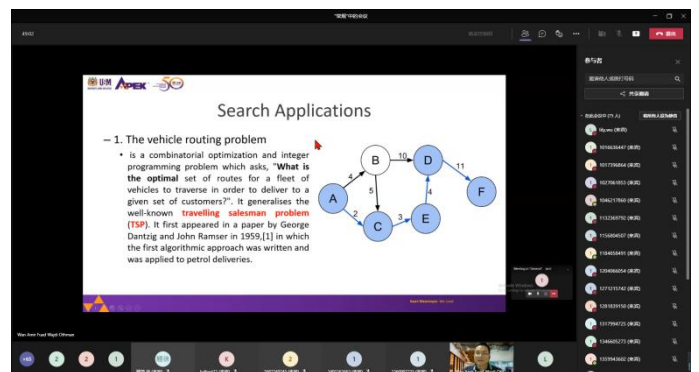
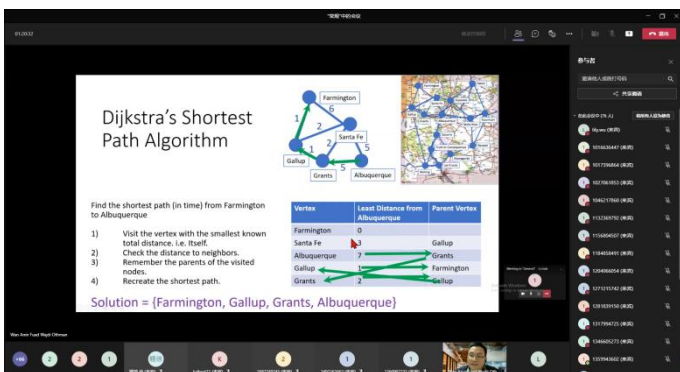
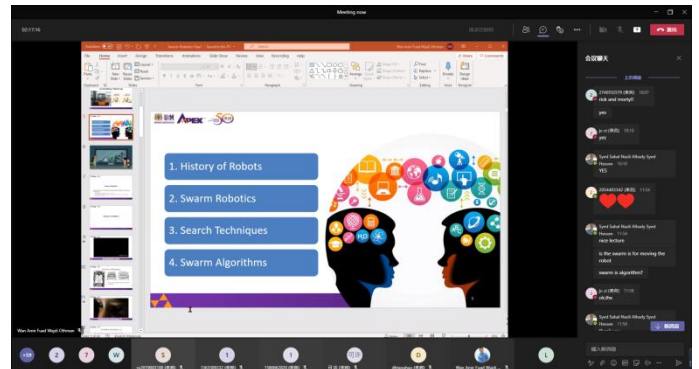
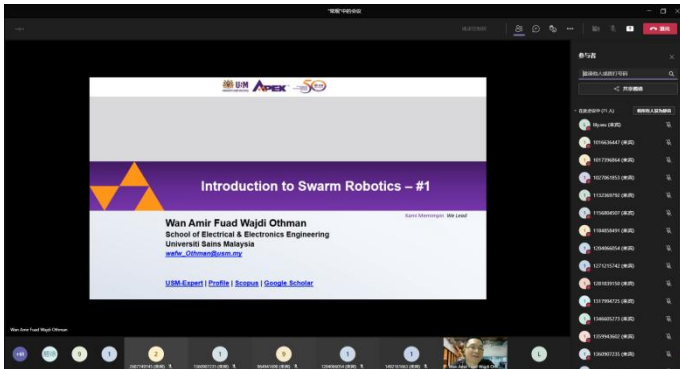
Embedded Systems



Embedded Systems 课堂小结

本堂课向我们介绍了在数字平台上设计以执行特定功能的电子/机电系统，硬件和固件（软件）的组合——嵌入式微系统。从与通用计算机的比较、与第一代嵌入式系统引入，讲述基于生成功能的信息、复杂性和性能、确定性行为、触发功能信息不同种类的嵌入式系统。嵌入式系统已经有广泛的应用，深入我们生活的方方面面。由浅入深，向我们阐述了嵌入式系统的目的、数据收集、存储、表示形式、数据通信、数据（信号）处理、监控系统、控制系统、应用程序界面的用户界面等。概念-内核-产品，第三部分关于产品方面向我们阐述了系统的设计、规范、步骤，产品的定义，控制器的选择，输入输出，8051和8255的引脚图，内存的需求，ROM以及对软硬件的需求。内容由浅入深、循序渐进，向我们拓展关于嵌入式的微系统，令人受益匪浅。——马同学

Swarm robotics



Swarm robotics 课堂小结

在今天的 Dr. Wan 老师的课堂中，他首先给我们介绍了机器人的背景，在公元 10-70 年的时候就已经有了由旋转齿轮驱动的机器人，后面又讲了 The Writer Automaton 和 Automata, human-like figures run by hidden mechanisms，这让我第一次认识到原来机器人的起源并没有我想象得晚，而是在比较早的时候就有了这种由机械零件组成和用巧妙的方法做出的机器结构。后面老师又讲了机器人概念的起源和机器人的发展历史，介绍了感觉-计划-行为模型，让我对机器人结构的原理有了更深入的了解。之后老师用蚂蚁和蚁群的生动例子来让我们了解群体智能这个概念。蚂蚁不聪明，蚁群才聪明这个例子让我理解了智能不可能单单通过一个比较简单的个体来实现，是要通过将一个个简单的个体组合起来，才有可能来实现智能，就如同我们的人体的免疫系统是由许多细胞组成才能有保护我们的功能。——居同学

Aerial robotics

Speaker

- Name: Dr. Ho Hann Woei
- Academic Background:
 - Ph.D. in Aerospace Engineering (TU Delft, the Netherlands)
 - M.Sc. in Aerospace Engineering (TU Delft, the Netherlands) – cum laude
 - B.Eng. in Aerospace Engineering (USM, Malaysia)
- Research Interest:
 - Micro Air Vehicles (MAVs)
 - Artificial Intelligence (AI)
 - Vision-based Control
- Personal Pages:
 - USM Profile
 - ResearchGate
 - ResearchGate

Content

- Part I
 - Aerial Robots/ Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)
 - UAV Applications
 - Types and Characteristics of UAVs
 - Quadrotor UAVs
 - Flight Principles of Quadrotor UAVs
 - Basic Elements of Quadrotor UAVs
- Part II
 - Dynamic Model, Control of Quadrotor UAVs
 - Current Challenges
 - Trend of Research
 - Common Research Platforms

Quadrotor Dynamic Model

${}^O\Omega^B = p\mathbf{b}_1 + q\mathbf{b}_2 + r\mathbf{b}_3$

Recall Newton's Second Law: $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$

In ${}^O\mathbf{x}^w\mathbf{y}^w\mathbf{z}^w$:

$$m\dot{\mathbf{r}} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -mg \end{bmatrix} + R_0^O \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \end{bmatrix} \mathbf{M}_1$$

Current Trend of Research

Autonomous Navigation & Obstacle Avoidance

- Solutions: Using Onboard Systems
 - Multiple Cameras + binocular Vision (stereo system) – transforms disparities into depth perception/ map

Stereo Matching Techniques

Disparity Map

Adani, A., & Asari, M. (2016). Depth-map generation using global matching in stereoscopic pair of images. arXiv preprint arXiv:1602.03471.

Aerial robotics 课堂小结

今天是 usm 课程的最后一天，博士为我们介绍了有关空中机器人的第二部分，飞行原理，基本特点等等。老师为我们引入了一个动态模型，并运用空间几何的图解方式给我们详细计算和演示了空中无人机的飞行参数。同时他讲解了有关控制模块，由此可知空中机器人的基本飞行方式和飞行原理。通过 2D 四旋翼飞行无人机的控制模块，我了解了空中无人机的飞行方式和参数。同时他也提出了当前无人机面临的挑战。Gps 定位系统在无人机上的精确应用，基本的避障功能，精确着陆，无人机群协作系统，故障检测和容错控制。他相应的构思了解决方案，以及提出了当前的研究趋势，应用外部系统来完善和解决当前遇到的问题。通过多种方案来完成自主导航和避障的能力。配合机载的系统完成精密着陆，协作系统等等。今天我的这个课程也到此结束了，在 10 天的学习中了解了不同领域的知识，不仅增长了我的见识，同时也完善了我思考问题的方式。——黄同学

Reinforcement Learning

Introduction to Robotics
Reinforcement Learning

Dr. ZHOU Ye
Senior Lecturer/Assistant Professor
School of Aerospace Engineering, Universiti Sains Malaysia
Email: zhouye@usm.my, elizabeth.ye.zhou@gmail.com
Researchgate: https://www.researchgate.net/profile/Ye_Zhou27
Google scholars: https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=8U_1HX0AAA

Markov Decision Processes (MDPs)

Defined by

- $s \in S$ is a set of states
- $a \in A$ is a set of action
- One-step dynamics of the environment

Transition model / Transition probabilities

$$J^s: S \times A \times S \mapsto [0, 1]$$

Reinforcement Learning in Robotics

- Examples

- A wheeled mobile robot
- A robot arm
- An autonomous helicopter
- A humanoid robot

Generalization and Function Approximation

- Large spaces / Continuous spaces
- Supervised learning
- Function approximators
 - Neural Networks
 - Radial Basis functions
 - Polynomials
 - Kernel machines
 - Splines

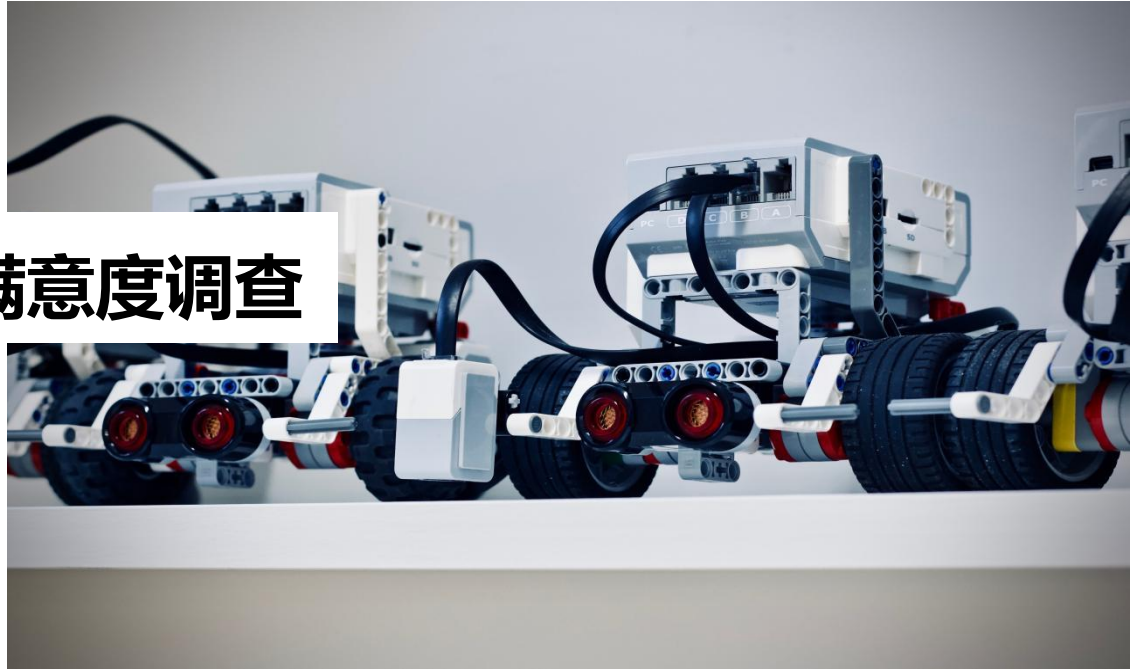
Reinforcement Learning 课堂小结

在这两天里周教授给我们介绍了强化学习的相关知识(Reinforcement Learning), 让我受益匪浅。在第一天的课程中, 周教授主要介绍了强化学习的基本概念和方法, 以及 Markov 决策过程等。周教授通过机器人如何到达最终目标的简单例子, 由浅入深地告诉我们强化学习中除 agent, environment 之外的四个元素, 即 Policy, Reward function, Value function 和 Model, 以及有关强化学习的各种方法。其中令我印象深刻的就是在讲解有关蒙特卡洛方法(Monte Carlo Methods)时, 周教授通过具体的、形象的小例子将抽象的、难以理解的方法讲解得非常透彻。

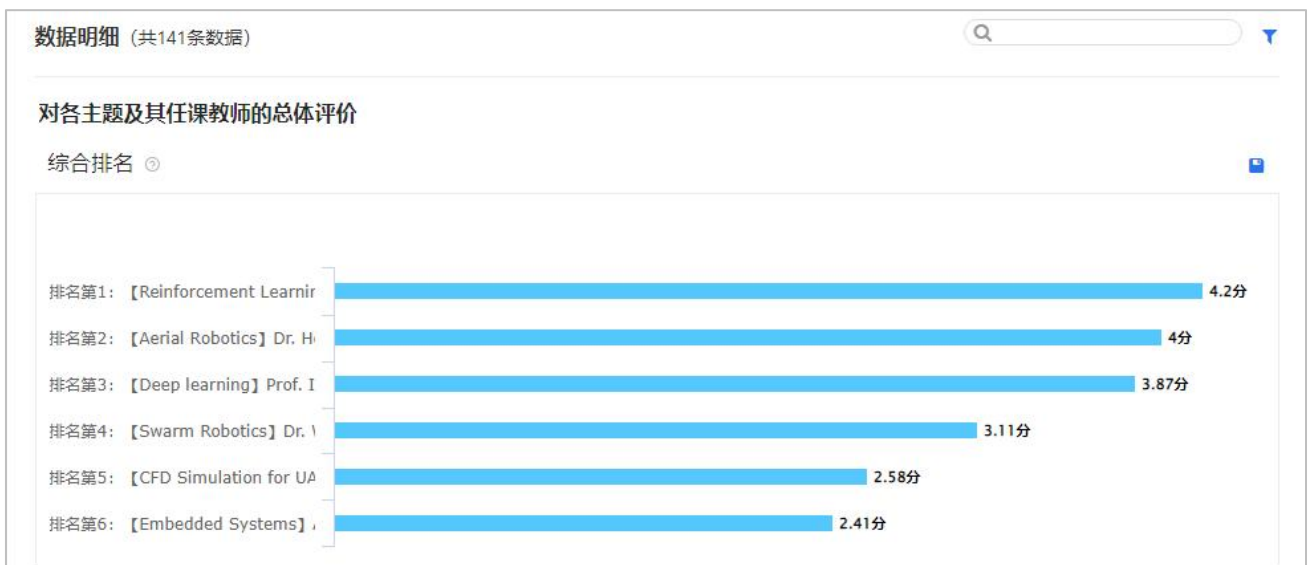
在第二天的课程中, 周教授主要介绍了强化学习在机器人中的应用, 搜索策略, 以及强化学习面临的一些挑战等。相比于第一天的基本概念的介绍, 第二天的课程中更多的是一些具体的算法内容, 包含了更多需要深入理解的数学符号等。但是周教授同样使用了详细的例子帮助我们理解方法核心, 使得课程氛围生动有趣。

在这短短两天的学习中, 我不仅学习到了强化学习的有关知识, 周教授逻辑清晰, 由浅入深的教学方法更加深了我对这门课程的理解。同时周教授严谨认真的教学态度更是令人钦佩, 在今后的学术研究道路中, 我也要秉持这种严谨认真的态度, 学习如何将抽象化的算法运用形象具体化的方法表达出来的能力, 提高自己的学术能力和水平。——吉同学

往期学生满意度调查



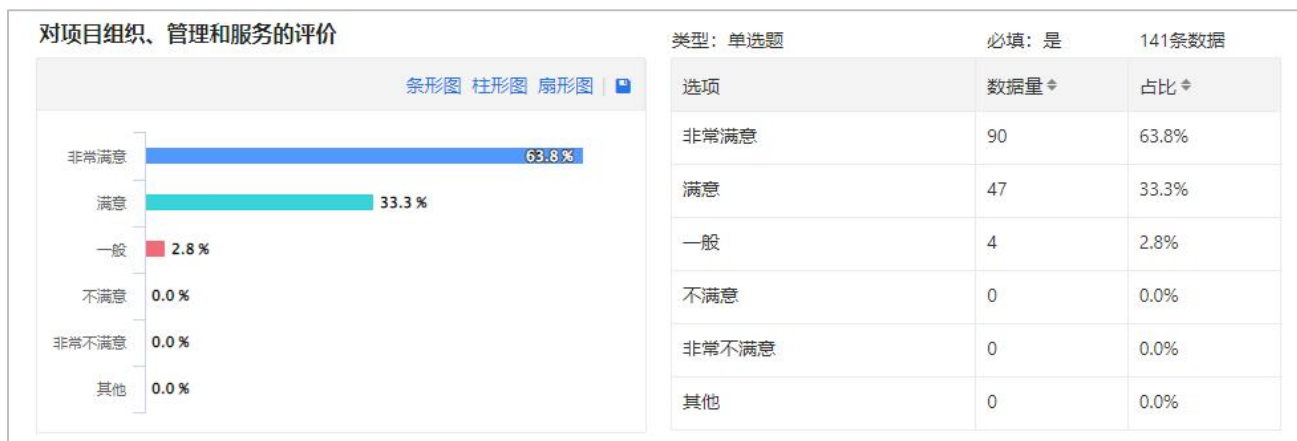
对各主题及其任课教师的总体评价, Dr. Zhou Ye 的“强化学习”位列学生最满意老师与课程, 其次是 Dr. Ho Hann Woei 的“空中机器人”、Prof. Ir. Ts. Dr. Shahrel Azmin Sundi 的“深度学习”、Dr. Wan Amir Fuad Wajdi Othman 的“蜂群机器人”、Professor Farzad Ismail 的“机器人技术中的计算流体力学”、Associate Prof. Dr. Syed Sahal Nazli Alhady 的“镶嵌式系统”:



对于项目内容和教学的总体评价, 满意率为 97.2%:



对于项目组织、管理和服务等，“非常满意”和“满意”项达到 97.1%:



两周的学习不仅提升了同学们的科研创新能力和国际化视野，同时也让同学们对于机器人技术领域有一个更加深入的学习，最后也锻炼了英语口语交流能力，为未来进一步升学深造创造了优越条件。

