**附件1：2021年海外名校在线研究项目主题介绍**

**【项目主题1】软件工程：程序开发中的机器学习算法**

**【项目导师】Maarten De Vos，牛津大学生物医学工程研究所项目主任**

Prof. Maarten is currently the Program Director of IBME (The Institute of Biomedical Engineering). His academic work focuses on innovative biomedical monitoring and signals analysis, particularly through wearable sensors and intelligent analyzers to obtain data, extract the biometric characteristics of patient health, and conduct reasoning analysis.Prof.Maarten has a strong interest in translational research, advising many digital health and medical innovation companies. His pioneering work in the field of mobile real brain monitoring contributed greatly to the formation of maintaining, and he has received numerous awards for his innovation in mobile EMG. At the same time, his work on monitoring the brains of newborn babies has helped advance the field of patient care.

Maarten 导师现任生物医学工程研究所 IBME (The Institute of Biomedical Engineering) 项目主任。其学术工作侧重于创新生物医学监测和信号分析，特别是通过可穿戴传感器和智能分析器获得数据，提取患者健康的生物特征并进行推理分析。Maarten导师对转化研究有着浓厚的兴趣，为许多数字健康和医疗创新公司提供咨询服务。他在移动真实大脑监测领域的开创性研究为 mBrainTrain 的成形做出巨大贡献，也因在移动脑动电流图上的创新获得诸多奖项。同时他在新生儿大脑监测方面的研究工作也推动了患者护理领域的发展。

**导师简介链接：**https://oxfordbiodesign.org/people/directors.html

**【项目内容】** 项目中将重点探究器学习中的经典算法和深度学习中的神经网络的构成，导师将结合相关理论，以生物数据的处理为例，类比健康监测程序，带领学生开发并优化自己的算法小程序并完成项目报告，进行成果展示。在此过程中，你将了解到人工智能及机器学习算法的广泛应用及其给软件工程带来的无限可能性。

**个性化研究课题参考：**

1. 个人健康指数评估网页设计
2. 基于步态、语音分析和机器学习技术的帕金森病诊断软件开发
3. 可穿戴设备上的实时健康监测小程序开发

**【项目大纲】**

数据挖掘与处理：导师将首先列举复杂的生物数据，深入浅出至普适方法 Intro to biomedical applications; Data exploration and preprocessing

线性回归模型在分类和聚类中的作用 Linear models for regression; Linear models for classification

正则化；分类器训练；特征选择 Regularization; Training a classifier; Feature selection

训练和评估分类器：导师仍将以当下最火热的医学程序为例 Training and evaluating a classifier in a biomedical context

人工神经网络；深度学习 Artificial neural networks; Deep learning RNN & CNN

项目回顾和成果展示 Program review and presentation

论文辅导 Project deliverable tutoring

**【项目主题2】深度学习与人工智能研究**

**【项目导师】Prof. Pietro Liò，剑桥大学 计算机科学与技术终身教授**

Dr. Pietro is a Full Professor at the Department of Computer Science and Technology of the University of Cambridge and a member of the Artificial Intelligence group. Prof. Pietro is also a member of the Cambridge Centre for AI in Medicine. His research interest focuses on developing Artificial Intelligence and Computational Biology models to understand disease complexity and address personalized and precision medicine. The current focus is on Graph Neural Network modeling.

Pietro导师现任剑桥大学计算机科学与技术终身正教授，持有欧洲学习和智能系统实验室（Ellis；欧洲大型跨国人工智能研究所，目前拥有千位全球顶尖计算机工程师、数学家和其他领域科学家，旨在重构欧洲人工智能前沿研究）席位、剑桥大学大数据研究指导委员会席位。Pietro导师的研究兴趣为人工智能图神经网络建模，在国际知名学术期刊发表论文多篇，曾荣获欧盟委员会未来与新兴技术（FET；迄今欧盟规模最大、资助力度最强的科研资助项目之一）会展三等奖。

导师官网介绍：<https://www.cl.cam.ac.uk/~pl219/>

**【项目内容】**

项目内容涉及强化学习核心理论和技能，具体包括遗传算法、强化学习框架、Q-learning、行动者-批评（actor-critic；AC）模型、马尔可夫决策过程、优化控制、图神经网络（graph neural networks; GNN）、自动机器学习（Auto ML）等。学生通过项目了解如何开发基于强化学习的生产力软件，在结束时提交项目个性化研究课题报告，进行成果展示。

**个性化研究课题参考：**

1. 强化学习在博弈论中的应用：类alpha算法开发；
2. 利用经验留存解决强化学习所需样本太多问题的可行性分析；
3. 强化学习中的机器奖励设置方法迭代；
4. 为强化学习过拟合的特定场景重新建模的自动过程研究。

**【项目大纲】**

强化学习：项目将在本周聚焦遗传算法和强化学习框架。 Introduction to reinforcement learning

环境：强化学习由智能体和环境两部分构成。项目将在本周探讨离策略、无模型强化学习算法 Q-learning、行动者-批评（actor-critic；AC）模型、马尔可夫决策过程等。Environment

优化：项目将在本周深入学习强化学习与优化控制。 Optimization

集成与控制 Integration and Control

集成：项目将在本周进一步探讨图神经网络（graph neural networks; GNN）、自动机器学习（Auto ML）等。 Integration

项目回顾与成果展示 Program Review and Presentation

论文辅导 Project Deliverables Tutoring

**【项目主题3】21世纪新能源技术综合研究
【项目导师】Prof. Daniel Prober耶鲁大学终身正教授**

Prof.Daniel is the director of undergraduate studies, graduate admissions committee, energy studies program advisory committee and Yale-Weizmann institute research collaboration‘s director. His research interests are experimental solid-state physics and superconductivity, coherent quantum transport and noise studies; superconducting quantum detectors: microwave UV and x-ray detectors; nanostructure fabrication techniques.

Daniel 导师现任耶鲁大学物理与电子工程、应用物理终身正教授，应用物理系本科负责人（Director of Undergraduate Studies）和 研究生录取委员会成员（Graduate Admissions Committee）。荣获电气和电子工程师协会（IEEE；世界规模最大的非营利性专业技术学会）终身成就奖、IBM全球杰出学者奖（IBM Faculty Awards）以及两项美国航空航天局(NASA)发明奖，持有美国物理学会（APS）席位，在耶鲁大学开设博士、硕士和本科项目，讲授“能源、技术与社会”等课程。导师的研究兴趣为纳米系统、超导电性、量子噪声和超灵敏光子探测器。

**【项目内容】**

项目内容包括电厂与电网、建筑和交通行业中的能源利用、可再生能源和未来技术、离岸风和氢能经济、地热系统、智能电网、清洁碳基燃料、能源技术革新、可再生能源政策、未来城市设计等。学生在项目结束时提交项目报告，进行成果展示。

**【项目大纲】**

能源生产：当前电厂与发电、能源分配和电网能源利用蛋白质折叠

能源利用：建筑与交通行业中的能源利用、最新能源技术（电动汽车、磁悬浮列车等）

可再生能源与未来技术：离岸风与氢经济、地热系统、智能电网

化石燃料引发的能源技术革新：地球工程和建筑设计如何最大程度降低环境影响，如何利用可再生能源生产清洁碳基燃料

可再生能源与减少能源损耗相关政策：未来城市设计，中国、美国、欧洲能源发展模式比较

**【项目主题4】移动通信技术前沿：5G研究**

**【项目导师】Kai-Kit Wong，伦敦大学学院 讲席终身正教授**

Since August 2006, Professor kit has been with University College London, first at Adastral Park Campus and at present the Department of Electronic and Electrical Engineering, where he is Professor of Wireless Communications. He is also a Fellow of IEEE and a Fellow of IET. He is Senior Editor for the IEEE Communications Letters and IEEE Wireless Communications Letters. He also served as Editor for IEEE ComSoc/KICS Journal of Communications and Networks from 2010-2017, IET Communications from 2009-2016, IEEE Transactions on Wireless Communications from 2005-2011 and IEEE Signal Processing Letters from 2009-2012. His current research interests center around: physical-layer security，massive MIMO and energy-harvesting wireless communication.

Kit导师现任伦敦大学学院讲席终身正教授、是UCL通信与互联系统研究所（ICCS）成员，在电子与电气工程系（EEE）教授无线通信、数字信号处理等课程，是美国电气与电子工程师学会(IEEE)、英国工程技术学会（IET）高级会员，香港城市大学本硕博学位，曾任香港科技大学的客座教授及香港大学的研究助理教授。导师学术成果丰硕，曾在IEEE无线通信学报（IEEE Transactions on Wireless Communications）等业内知名期刊发表论文百余篇、多次受邀出席IEEE通信国际会议 （ IEEE International Conference on Communications）并担任组委会主席和技术委员会委员并发表演讲。导师的研究方向为认知无线电网络、协作通信、大规模MIMO技术、多用户通信理论、毫米波通信等。

**【项目内容】**

项目将带领学生从基础通信技术入手，学习移动通信系统的频率规划、路径损耗模型、衰落信道、分数分频的频率分配、基于注水算法的多用户功率分配问题等知识。项目结束后，学生将完成项目报告，提出自己的移动网络频率分配方法并使用Matlab测试其可行性，进行成果展示。

**【项目大纲】**

移动通信系统的频率规划 Cellular networks and frequency planning

路径损耗模型、衰落信道 Pathloss model and channel fading

分数分频的频率分配 Fractional frequency allocation

基于注水算法的多用户功率分配问题 Multiuser water-filling allocation

其他注水算法功率分配问题 Some variants of water-filling allocation

项目回顾与成果展示 Program Review and Presentation

论文辅导 Project Deliverables Tutoring

**【项目主题5】工程专业研究：可展结构应用**

**【项目导师】Zhong You牛津大学终身正教授**

Prof.Z.Y.’s specific area of research is deployable structures, origami structures, and structures for minimum invasive surgery. His research has attracted attention from both the academic community and the general public and has been reported in national media such as the BBC, Financial Times, and science magazines including Eureka, Science, and Nature. In 2005, he participated in the Royal Society Summer Science Exhibition. Subsequently, his exhibition entitled “Motion Structures” was selected as a showcase of British science and engineering at the Science Day Exhibition at the Buckingham Palace. SCIENCE introduced his work in their “profile” section.

1. Y.导师现任牛津大学工程科学终身正教授，主要从事可展结构和折纸结构研究，涵盖设计、模拟以及工程应用。他提出了利用已知机构构建大型可展结构的新方法，发明了基于二维、三维连杆机构的可展结构，研究成果在《科学》等一流杂志发表，获BBC、Financial Times等国际媒体争相报道，并被选录代表英国研究最高水平的皇家协会(the Royal Society)在白金汉宫（皇宫）的科学日展览。导师的部分研究成果收录于专著Motion Structures中。

**【项目内容】**

项目内容涉及可展结构与机构、机构运动性与分析方法、四连杆机构、三维机构等。学生将在项目中使用Matlab，设计二维可展结构，在项目结束时，提交项目报告，进行成果展示。

**【项目大纲】**

可展结构与机构 Deployable structures and mechanisms

机构运动性与分析方法I Mobility and analysis method of mechanisms I

机构运动性与分析方法II： 利用闭环方程进行机构运动分析 Mobility and analysis method of mechanisms II

四连杆机构：基于四连杆机构设计可展结构 Four bar linkage and its assemblies

三维机构：熟悉经典三维机构和基于三维机构的可展机构 Introduction of three-dimensional mechanisms

项目回顾与成果展示 Program Review and Presentation

论文辅导 Project Deliverables Tutoring

**【项目主题6】纳米技术与纳米材料研究**

**【项目导师】Prof. Jorge Santiago-Aviles 宾夕法尼亚大学终身教授**

Prof.Jorge research interest encompasses materials and devices for electronics applications including energy conversion and storage, in particular super-capacitors, nano-composite materials, and deposition methods such as electro-spinning and electrodeposition. He is the Faculty Master at Kings Court English College House where he was instrumental in the organization of the Science and Technology Wing (STWing), which have been serving the technically oriented student population for more than a decade. His interest in serving Penn's students constituency has led him to serve as advisor to the Society of Hispanic Professional Engineers (SHPE) and as a co-founder of La Casa Latina a Center for Hispanic Excellence.

Jorge导师现任宾夕法尼亚大学电气工程与系统工程终身教授，研究聚焦电气工程和材料科学的交叉领域。重点研究电子旋转、电子传感与驱动，进行用于储能的纳米级复合材料的研发。在国际知名期刊发表论文多篇，学术引用量达2938。

**【项目内容】**

本项目将采用理论实践相结合的方式，介绍纳米科技基础理论、纳米结构测试技术与仪器，探讨纳米技术发展状况及应用。学生将通过数学建模，对相应指标从定量的角度进行分析和研究，为原子力显微镜 （AFM） 制定设计程序。课堂讨论将主要集中在纳米力学、纳米电子学、纳米光子学、纳米流体领域的数十个重要课题，如量子禁闭、金属纳米结构中光和物质相互作用。

**【项目大纲】**

纳米科技基本原理及发展 Introduction to Nano-Technology

纳米力学 Nanomechanics

纳米电子学 Nanoelectronics

纳米光子学 Nanophotonics

纳米流体 Nanoscale Fluids Flow

项目回顾与成果展示 Program Review and Presentation

论文辅导 Project Deliverables Tutoring

**【项目主题7】工程物理核心：流体力学的数值分析综合研究**

**【项目导师】Prof. Shlomo Ta'asan卡内基梅隆大学 终身正教授**

Professor Shlomo worked at ICASE (Institute for Computer Application in Science and Engineering), which was at NASA Langley Research Center. The instructor was a senior scientist at the Weizmann Institute for a few years. From 1994, Shlomo became a Professor at Carnegie Mellon University. He worked on problems that originated in aerospace, this included solving the fluid dynamics equation as well as dealing with large scale optimization problems.

Shlomo教授任卡耐基梅隆大学（CMU）终身正教授，他曾在魏茨曼科学研究所(Weizmann Institute of Science)攻读博士学位。之后移居美国，并在位于美国宇航局兰利研究中心的ICASE(科学与工程计算机应用研究所)工作。教授从1994年任职于卡内基梅隆大学，研究方向包括解决流体动力学方程和处理大规模优化的相关问题。

**【项目内容】**

本项目将从流体动力学通用的积分和微分方程形式，并讨论流体动力学中的经典问题。而后项目将逐步深入并着重于在可压缩及不可压缩情况，时间无关问题方程的分别对应的数值解。学生将在导师的指导下以科学的方法记录并且分析研究结果，在项目结束时提交项目报告，进行成果展示。

**【项目大纲】**

流体动力学基本方程 The basic equations of fluid dynamics

势方程的守恒形式及边界条件,小扰动近似理论(SDA) Conservation form of the potential equation. Boundary conditions and small disturbance approximation (SDA)

亚音速势方程与边界条件的离散化及其SDA简化模型 Discretization of the subsonic potential equation and boundary conditions. Simplified models using SDA

跨声速流 Transonic flows

超音速离散化及边界条件 Discretization of the supersonic case. Boundary conditions

项目回顾与成果展示 Program review and presentation

论文辅导 Project deliverable tutoring

**【项目主题8】COVID-19新型冠状病毒分析化学检测方法**

**【项目导师】Prof. Joshua Edel帝国理工学院终身正教授**

Prof. Joshua received his Ph.D. on the development of single-molecule detection within microfluidic systems at Imperial College London in 2003. He then performed postdoctoral research in nanobiotechnology at Cornell University within the School of Applied and Engineering Physics. In July 2006 he joined Imperial College London within the Department of Chemistry and Institute of Biomedical Engineering as a lecturer. Joshua is currently a Professor in the Department of Chemistry and 2011 he was awarded a prestigious ERC Starting Grant on “Nanoporous Membranes for High Throughput Rare Event Bioanalysis” and in 2016 he was awarded an ERC Consolidator Grant related to the development of selective single-molecule biosensors.

Joshua导师现任帝国理工学院化学系生物传感与分析科学终身正教授、东京理工学院客座教授，是英国皇家化学学会会员，欧洲研究理事会（ERC）巩固者奖获得者（奖励杰出独立科研人员）、欧洲研究理事会（ERC）启动基金获得者（奖励职业生涯早期杰出学者）。Joshua导师现已发表百余篇学术论文，受邀参加近百次学术演讲。他带领学生创立“Edel group”，研究领域涵盖化学、化学生物学、物理学和医学，致力于研究和开发灵敏度高、轻量化的新型传感器。

**【项目内容】**

项目内容涵盖新冠病毒主流检测方法，具体包括核酸检测、聚合酶链反应（PCR）、抗体检测、酶联免疫吸附测定、CRISPR检测、场效应晶体管等。学生将通过项目全面掌握病毒、DNA/RNA、蛋白质等理论知识和前沿分析化学检测应用方法，对新冠病毒及其分析化学检测形成系统性认识，在项目结束时提交项目报告，进行成果展示。

**【项目大纲】**

新型冠状病毒：项目将在本周探讨新型冠状病毒（SARS-CoV-2），了解病毒检测靶向。The introduction of the virus

核酸检测：项目将在本周聚焦核酸检测以及被视为“高灵敏度和特异性病毒检测黄金标准”的聚合酶链反应（PCR）。Nucleic acid testing

抗体检测：项目将在本周聚焦特异性强、灵敏度高的酶联免疫吸附测定（enzyme-linked immunosorbent assay；ELISA）蛋白检测方法。Antibody testing

CRISPR检测 CRISPR testing

新一代检测方法：项目将在本周进一步探讨场效应晶体管（field-effect-transistor；FET）等其他新一代检测方法。Other next generation testing methods

项目回顾与成果展示Program Review and Presentation

论文辅导 Project Deliverables Tutoring

**【项目主题9】生物统计数据分析综合研究**

**【项目导师】Prof. Steven（Shuangge Ma），耶鲁大学终身正教授**

Dr. Steven received his Ph.D. degree in statistics at University of Wisconsin in 2004. Prior to arriving at Yale, Dr. Ma was a Senior Fellow in Collaborative Health Studies Coordinating Center (CHSCC) and Department of Biostatistics at University of Washington. He has been involved in developing novel statistical and bioinformatics methodologies for analysis of cancer (NHL, breast cancer, melanoma, lung cancer), mental disorders, and cardiovascular diseases. He has also been involved in health economics research, with special interest in health insurance in developing countries.

Steven导师现任耶鲁大学生物统计终身正教授、康涅狄格州科学与工程院（Connecticut Academy of Science and Engineering，CASE）院士，持有美国统计协会（American Statistical Association，ASA）、美国科学信息研究所（Institute for Scientific Information，ISI）会员席位。Steven导师的研究聚焦生物医学数据科学，癌症、精神障碍与心血管生物信息统计分析，公共卫生科学，并且取得了丰硕的研究成果。

**【项目内容】**

项目内容涉及统计数据科学的沿革及其在公共卫生和生物医疗领域的应用，探索性分析、线性回归分析、时间序列回归分析，模型比较、评估与诊断等。学生将在项目中围绕空气污染与健康或COVID相关公共卫生或生物医学问题展开探究，使用Excel和R对样本公共卫生或生物医学数据集进行分析，在项目结束时，提交项目报告，进行成果展示。

**【项目大纲】**

统计数据科学沿革：统计数据科学在公共卫生和生物医疗领域的应用 Background and development of statistical data science; applications in public and biomedicine.

探索性分析：为什么（分析目标）、是什么（分析任务列表）和怎么办（Excel和R统计分析） Exploratory analysis: why (the objectives of such analysis), what (the list of analysis tasks), and how (analysis using excel and R).

线性回归分析：为什么（目标）、是什么（统计概念、数学公式）和怎么办（估计和推断） Linear regression analysis: why (the objectives), what (statistical concept, mathematical formulation), and how (estimation and inference).

时间序列回归分析：为什么（目标）、是什么（统计概念、数学公式）和怎么办（估计和推断） Time series regression analysis: why (the objectives), what (statistical concept, mathematical formulation), and how (estimation and inference).

模型比较、评估与诊断 Model comparison, evaluation, and diagnostics.

项目回顾与成果展示 Program Review and Presentation

论文辅导 Project Deliverables Tutoring

**【项目主题10】人类与疾病的抗争：生命科学综合研究
【项目导师】Prof. Kaveh Khoshnood耶鲁大学终身教授**

Dr. Kaveh is now an Associate Professor of Epidemiology (Microbial Diseases) and Program Director of BA-BS/MPH Program in Public Health at Yale. He is an infectious disease epidemiologist and his primary research interests are the epidemiology, prevention and control of HIV/AIDS and tuberculosis among people who use drugs, prisoners and other at risk populations in United States and in resource-poor countries. Dr. Kaveh's other interests are the health of refugees and other forcibly displaced populations and the ethical dilemmas in research involving vulnerable populations. He received his M.P.H. and Ph.D. from the Yale School of Public Health. He received the Teacher of the Year Award from the Yale School of Public Health and the Surgeon General’s Certificate of Appreciation. Dr. Khoshnood also served as a consultant for the Office of AIDS Research at the National Institute on Drug Abuse.

Kaveh导师是一位传染病流行病学专家，现任耶鲁大学流行病学终身教授、公共卫生项目主任，在耶鲁大学讲授公共卫生伦理、全球卫生等课程，曾获耶鲁大学年度教学奖、曾任美国国立卫生研究院(National Institutes of Health，NIH) 国立药物滥用研究所（National Institute on Drug Abuse，NIDA）顾问，拥有耶鲁大学公共卫生博士学位。Kaveh导师的研究聚焦传染病流行病学、全球卫生、人道主义健康，特别是艾滋病毒/艾滋病、结核病等流行病预防与控制以及健康在国际关系中的作用，研究成果获多方认可，学术引用量为3247，i10-index63。

**【项目内容】**

项目内容包括全球卫生的定义、历史与核心概念，传染病流行病学概念与原理，流行病、地方病与全球大流行的流行病学特点、差异、风险要素以及暴发情况，HIV/AIDS、COVID-19等全球大流行应对策略等。学生将通过项目熟悉全球卫生史，了解如何区分流行病、地方病与全球大流行，描述并阐释HIV/AIDS、COVID-19等全球大流行应对策略，在项目结束时，提交项目报告，进行成果展示。

**【项目大纲】**

全球卫生简史：项目将在本周聚焦全球卫生的定义、历史与核心概念。 Global health: definitions, brief history and key concepts

传染病流行病学原理：项目将在本周围绕传染病流行病学概念与原理展开探究。 Infectious disease epidemiology: basic principles

流行病、地方病与全球大流行差异：项目将在本周深入探讨流行病、地方病与全球大流行的流行病学特点、差异、风险要素以及暴发情况。 Epidemics, endemics and pandemics

全球大流行应对策略I：以HIV/AIDS为例 Responding to pandemics: HIV/AIDS as a case study

全球大流行应对策略II：以COVID-19为例 Responding to pandemics: COVID-19 as a case study

项目回顾与成果展示 Program Review and Presentation

论文辅导 Project Deliverables Tutoring