课程详述

COURSE SPECIFICATION

以下课程信息可能根据实际授课需要或在课程检讨之后产生变动。如对课程有任何疑问，请联系授课教师。

The course information as follows may be subject to change, either during the session because of unforeseen circumstances, or following review of the course at the end of the session. Queries about the course should be directed to the course instructor.

1.	**课程名称 Course Title**	计算设计 Computational Design
2.	**授课院系** **Originating Department**	系统设计与智能制造学院 School of System Design and Intelligent Manufacturing
3.	**课程编号** **Course Code**	SDM315
4.	**课程学分 Credit Value**	3
5.	**课程类别** **Course Type**	专业核心课 Major Core Courses
6.	**授课学期** **Semester**	春季 Spring
7.	**授课语言** **Teaching Language**	中英双语 English & Chinese
8.	**授课教师、所属学系、联系方式（如属团队授课，请列明其他授课教师）** **Instructor(s), Affiliation& Contact** **（For team teaching, please list all instructors）**	周鼎 助理教授 系统设计与智能制造学院 Ding Zhou Assistant Professor School of System Design and Intelligent Manufacturing Email: zhoud3@sustech.edu.cn
9.	**实验员/助教、所属学系、联系方式** **Tutor/TA(s), Contact**	待公布 To be announced
10.	**选课人数限额(可不填)** **Maximum Enrolment（Optional）**	待公布 To be announced

11.	授课方式 **Delivery Method**	讲授 **Lectures**	习题/辅导/讨论 **Tutorials**	实验/实习 **Lab/Practical**	其它(请具体注明) **Other（Please specify)**	总学时 **Total**
	学时数 **Credit Hours**	32	0	32	0	64

12.	先修课程、其它学习要求 **Pre-requisites or Other Academic Requirements**	SDM352 计算机仿真设计 SDM352 Computer Simulation and Design
13.	后续课程、其它学习规划 **Courses for which this course is a pre-requisite**	无 NIL
14.	其它要求修读本课程的学系 **Cross-listing Dept.**	无 NIL

教学大纲及教学日历 SYLLABUS

15. 教学目标 Course Objectives

This course aims to cultivate Industrial Design students' ability to create, analyse, and optimise computational product designs to solve authentic problems. Students will be instructed to apply handy computational design software to mass customisable tangible solutions under the overarching theme – human-centred design application, instead of complex generative programming. In doing so, students within the computational design project will be brought to:

1. Principles of Human-centered Design
    a. Understand and address the core problems
    b. Be people-centred
    c. Use an activity-centred systems approach
    d. Use rapid iterations of prototyping and testing
2. Computational Design Process for Mass Customisable Solutions (CDPfMCS)
    a. Identify an authentic problem
        i. Step 1: scenario study
        ii. Step 2: problem definition
    b. Develop mass customisable solutions
        i. Step 3: solution definition
        ii. Step 4: solution evaluation
        iii. Step 5: idea creation
    c. Solve the problem computationally
        i. Step 6: prototyping

ii. Step 7: testing

iii. Step 8: computational generator building

In addition to these objectives, students will also be in trained computational design techniques (Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper visual programming) in part-task practice workshops.The training workshops aim to help students complete the computational product design and prepare for their project showcases using a product demo video. Student success is assessed not solely on technical accomplishments but according to the integrity of CDPfMCS and computational product designs.

本课程致力于培养工业设计学生创造、分析、优化运算化产品设计以解决真实问题的能力。在人本设计应用的主题下，学生们将摒弃复杂的生成式编程，直接使用便捷的运算化设计软件去开发可批量定制的有形解决方案。因此，学生将在运算化设计项目中习得：

1. 以人为本的设计原理
    a. 理解并提出核心问题
    b. 关注人的因素
    c. 使用行为中心系统方法
    d. 使用原型和测试的快速迭代
2. 面向可批量定制解决方案的运算化设计过程（CDPfMCS）
    a. 发现真实问题
        i. 第一步：研究情景
        ii. 第二步：定义问题
    b. 开发可批量定制的解决方案
        i. 第三步：定义解决方案
        ii. 第四步：评估解决方案
        iii. 第五步：创造构想
    c. 运算化解决问题
        i. 第六步：原型制作
        ii. 第七步：设计测试
        iii. 第八步：搭建运算化生成器

除上述目标外，学生还将以工作坊的形式接受运算化设计的技术训练（Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper 可视化编程）。这些训练工作坊旨在帮助学生完成运算化产品设计并准备采用产品演示视频的项目展示。学生的评估将不仅取决于技术完成度，还取决于学生综合 CDPfMCS 和运算化产品设计的能力。

16. 预达学习成果 Learning Outcomes

Through coursework and lab sessions, Industrial Design students should have grasped the following computational design content knowledge:

- Understanding computational design methods in the field of product design
- Finding problems to which computational design methods can be applied
- Developing mass customisable tangible solutions through computational design
- Analysing and optimising computational product designs using rapid prototyping and simulation techniques
- Acquiring handy computational design techniques, e.g., Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper visual programming

By the end of the course, students should have mastered the following capabilities:

1. CDPfMCS Reasoning Pattern
    a. Beginning with authentic problem identification
    b. Validating a variable need of tangible solutions
    c. Enabling mass customisation using computational design techniques
2. Essential Design Skills
    a. Adaptability: the ability or willingness to change to suit different conditions
    b. Process language: the communication used in a series of actions taken to achieve a result
    c. Prototyping: the activity of making basic models or designs for a machine or other industrial product
3. Essential Design Mindsets
    a. Metacognitive mindset: a key awareness to agilely respond to a problem's changing parameters
    b. Human-centred mindset: meeting the needs of others who might benefit from designer innovation

通过课程作业与实验课，工业设计学生应当掌握以下运算化设计的内容知识：

- 理解在产品设计领域的运算化设计方法
- 找到适合应用运算化设计的问题
- 通过运算化设计开发可批量定制的有形解决方案
- 使用快速成型和仿真技术分析并优化运算化产品设计
- 获取便捷的运算化设计技术，例如 Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper 可视化编程

在课程结束时，学生应该已经掌握以下能力：

1. CDPfMCS 推理模式
    a. 以发现真实问题为开始
    b. 证实有形解决方案的变化需求
    c. 使用运算化设计技术以实现批量定制
2. 必要的设计技能
    a. 适应性：改变以适应不同条件的能力或意愿
    b. 流程语言：为取得结果而采取的一系列沟通行动
    c. 原型制作：为机器或其他工业产品制作基本模型或设计的活动
3. 必要的设计意识
    a. 元认知意识：一种敏捷响应问题参数不断变化的关键意识
    b. 人本意识：满足人们可能从设计师创新中受益的需求

17. 课程内容及教学日历 （如授课语言以英文为主，则课程内容介绍可以用英文；如团队教学或模块教学，教学日历须注明主讲人）
Course Contents (in Parts/Chapters/Sections/Weeks. Please notify name of instructor for course section(s), if this is a team teaching or module course.)

Course Schedule				
Week	**Lecture Class**	**Hour**	**Lab Session**	**Hour**
1	Lecture 1: • Introduction of computational design • Introduction of CDPfMCS steps 1 to 2	2	Project 1: CDPfMCS immersion: • Scenario study • Problem definition	2
2	Lecture 2: • Introduction of CDPfMCS steps 3 to 5 • Case study on computational design and mass customisation	2	Project 1: CDPfMCS immersion: • Solution definition • Solution evaluation • Idea creation	2
3	Lecture 3: • Introduction of CDPfMCS steps 6 to 8	2	Project 1: CDPfMCS immersion: • Prototyping	2

	• Case study on computational design and mass customisation		• Testing • Computational generator building	
4	Lecture 4: • The operation of scenario study • Case study on computational design and mass customisation	2	Project 2: Computational product design for the real-world: • List a range of scenarios • Experience the scenarios • Reflect the experiences Part-task practice workshop 1: • Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper visual programming	2
5	Lecture 5: • The operation of problem definition • Case study on computational design and mass customisation	2	Project 2: Computational product design for the real-world: • Narrate a principal perceived problem • Propose a superficial problem description • Search for explicit information to refine the problem description Part-task practice workshop 1: • Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper visual programming	2
6	Lecture 6: • The operation of solution definition • Case study on computational design and mass customisation	2	Students' stage report 1: • Outcomes of steps 1 to 2 • Future plan Project 2: Computational product design for the real-world: • Generate a superficial solution description • Decompose the solution' functional features • Refine a complete solution definition	2
7	Lecture 7: • The operation of solution	2	Project 2: Computational product design for the real-world:	2

	evaluation • Case study on computational design and mass customisation		• Consider the necessity of tangible solutions • Avoid the overlap of existing products • Consider the necessity of mass customisation Part-task practice workshop 1: • Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper visual programming	
8	Lecture 8: • The operation of idea creation • Case study on computational design and mass customisation	2	Project 2: Computational product design for the real-world: • Address a preliminary design idea • Reflect any inappropriate parts of the design idea • Sketch an improved design idea Part-task practice workshop 1: • Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper visual programming	2
9	Lecture 9: • The operation of prototyping • Case study on computational design and mass customisation	2	Students' stage report 2: • Outcomes of steps 3 to 5 • Future plan Project 2: Computational product design for the real-world: • Calculate dimensions based upon a structure sketch • Use CAD software to build a 3D model • Utilise a 3D printer to fabricate the model	2
10	Lecture 10: • The operation of testing • Case study on computational design and mass customisation	2	Project 2: Computational product design for the real-world: • Evaluate the prototype for specific defects • Troubleshoot any defects ready for further iterations of the prototype	2

			Part-task practice workshop 2: • Emotional design	
11	Lecture 11: • The operation of computational generator building • Case study on computational design and mass customisation	2	Project 2: Computational product design for the real-world: • Define the mathematical alignment among the product components • Use visual programming to realise the variable alignment Part-task practice workshop 2: • Emotional design	2
12	Lecture 12: • Co-creation with 3D printing	2	Project 2: Computational product design for the real-world: • Analyse the computational product design • Propose an optimisation for future production Part-task practice workshop 3: • 3D printing post-processing	2
13	Lecture 13: • 3D printing at home and democratisation of manufacturing	2	Part-task practice workshop 3: • 3D printing post-processing Project 2: Computational product design for the real-world: • Project implementation • Individual tutorial	2
14	Lecture 14: • 3D printing helps start-up rides the mass customisation wave	2	Project 2: Computational product design for the real-world: • Project implementation • Individual tutorial	2
15	Lecture 15: • 3D printing and the future of supply chains	2	Project 2: Computational product design for the real-world: • Working prototype review	2

			• Product demo video review • Individual tutorial	
16	Lecture 16: • Course summary and reflection	2	Students' final report Design project showcase	2

课程安排				
教学周	**讲座课**	**课时**	**实验课**	**课时**
1	讲座 1： • 运算化设计导论 • CDPfMCS 第一步至第二步介绍	2	项目 1：CDPfMCS 沉浸： • 研究情景 • 定义问题	2
2	讲座 2： • CDPfMCS 第三步至第五步介绍 • 运算化设计和批量定制案例研究	2	项目 1：CDPfMCS 沉浸： • 定义解决方案 • 评估解决方案 • 创造构想	2
3	讲座 3： • CDPfMCS 第六步至第八步介绍 • 运算化设计和批量定制案例研究	2	项目 1：CDPfMCS 沉浸： • 原型制作 • 设计测试 • 搭建运算化生成器	2
4	讲座 4： • 研究情景的操作 • 运算化设计和批量定制案例研究	2	项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 罗列情景 • 体验情景 • 反思情景 设计技能工作坊 1： • Tinkercad Codeblocks/Rhino	2

			Grasshopper 可视化编程	
5	讲座 5： • 定义问题的操作 • 运算化设计和批量定制案例研究	2	项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 叙述感知的主要问题 • 提出粗浅的问题描述 • 搜索详细的信息以提炼该问题 设计技能工作坊 1： • Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper 可视化编程	2
6	讲座 6： • 定义解决方案的操作 • 运算化设计和批量定制案例研究	2	学生阶段汇报 1： • 第一步至第二步结果 • 未来计划 项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 提出粗浅的解决方案描述 • 分解解决方案的功能特征 • 提炼完整的解决方案描述	2
7	讲座 7： • 评估解决方案的操作 • 运算化设计和批量定制案例研究	2	项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 考虑有形解决方案的必要性 • 避免与现有产品的重叠 • 考虑批量定制的必要性 设计技能工作坊 1： Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper 可视化编程	2
8	讲座 8： • 创造构想的操作 • 运算化设计和批量定制案例研究	2	项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 提出初步设计构想 • 反思该设计构想的不当之处 • 草绘改进后的设计构想	2

			设计技能工作坊 1： • Tinkercad Codeblocks/Rhino Grasshopper 可视化编程	
9	讲座 9： • 原型制作的操作 • 运算化设计和批量定制案例研究	2	学生阶段汇报 2： • 第三步至第五步结果 • 未来计划 项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 基于结构性草图计算尺度 • 使用 CAD 软件构建三维模型 • 使用 3D 打印机制作模型设计	2
10	讲座 10： • 设计测试的操作 • 运算化设计和批量定制案例研究	2	项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 评估设计原型的具体缺陷 • 为进一步的原型迭代排除缺陷 设计技能工作坊 2： • 情感化设计	2
11	讲座 11： • 搭建运算化生成器的操作 • 运算化设计和批量定制案例研究	2	项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 定义产品构件之间的数学对齐 • 使用可视化编程以实现变化对齐 设计技能工作坊 2： • 情感化设计	2
12	讲座 12： • 3D 打印协同创制	2	项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 分析运算化产品设计 • 提出面向未来生产的优化 设计技能工作坊 3： • 3D 打印后处理	2
13	讲座 13：	2	设计技能工作坊 3：	2

	• 家庭 3D 打印与制造民主化		• 3D 打印后处理 项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 项目实施 • 个别指导	
14	讲座 14： • 3D 打印助推批量定制浪潮中的创业项目	2	项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 项目实施 • 个别指导	2
15	讲座 15： • 3D 打印和未来供应链	2	项目 2：面向真实世界的运算化产品设计： • 检查工作原型 • 检查产品演示视频 • 个别指导	22
16	讲座 16： • 课程总结与反思	2	学生最终汇报 设计项目展示	2

18. 教材及其它参考资料 Textbook and Supplementary Readings

Evans, M. A. (2005). Rapid prototyping and industrial design practice: can haptic feedback modelling provide the missing tactile link?. *Rapid Prototyping Journal*.

Evans, M. A., & Campbell, R. I. (2003). A comparative evaluation of industrial design models produced using rapid prototyping and workshop-based fabrication techniques. *Rapid Prototyping Journal*.

Gibson, I., Rosen, D., Stucker, B., & Khorasani, M. (2014). *Additive manufacturing technologies* (Vol. 17, p. 195). New York: Springer.

Gilmore, J. H., & Pine, B. J. (1997). The four faces of mass customization. *Harvard business review*, *75*(1), 91-102.

Piller, F. T., & Müller, M. (2004). A new marketing approach to mass customisation. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, *17*(7), 583-593.

Zhou, D. (2017). Opportunity and challenge of 3D printing-based customized design. In *3rd International Conference on Arts, Design and Contemporary Education (ICADCE 2017)* (pp. 468-473). Atlantis Press.

Zhou, D., Gomez, R., Wright, N., & Rittenbruch, M. (2019). Experience of co-creation with 3D printing: Design model and feasibility test. In *International Conference of Experience Design, Innovation and Entrepreneurship*.

课程评估 ASSESSMENT

19.	**评估形式 Type of Assessment**	**评估时间 Time**	**占考试总成绩百分比 % of final score**	**违纪处罚 Penalty**	**备注 Notes**

出勤 Attendance					
课堂表现 Class Performance					
小测验 Quiz					
课程项目 Projects		End of 16th week 截止第 16 周	50	NIL 无	Project 2: Computational product design for the real-world 项目 2：面向真实世界的运算化产品设计
平时作业 Assignments	**书面报告 Written Report**	End of 4th week 截止第 4 周	10	NIL 无	Workbook of Project 1 (CDPfMCS immersion) 项目 1 工作簿（CDPfMCS 沉浸）
		End of 16th week 截止第 16 周	10	NIL 无	Workbook of Project 2 (computational product design for the real-world) 项目 2 工作簿（面向真实世界的运算化产品设计）
期中考试 Mid-Term Test					
期末考试 Final Exam					
期末报告 Final Presentation					
其它（可根据需要改写以上评估方式） Others (The above may be modified as necessary)	口头报告 Oral Report	End of 6th week 截止第 6 周	10	NIL 无	Students' stage report 1 学生阶段汇报 1
		End of 9th week 截止第 9 周	10	NIL 无	Students' stage report 2 学生阶段汇报 2
		End of 16th week 截止第 16 周	10	NIL 无	Students' final report 学生最终汇报

20. **记分方式 GRADING SYSTEM**

☑A. **十三级等级制 Letter Grading**
☐ B. **二级记分制（通过/不通过） Pass/Fail Grading**

课程审批 REVIEW AND APPROVAL

21. **本课程设置已经过以下责任人/委员会审议通过**
This Course has been approved by the following person or committee of authority