课程大纲
COURSE SYLLABUS

1.	**课程代码/名称** **Course Code/Title**	行走机器人 Walking Robot
2.	**课程性质** **Compulsory/Elective**	专业课 Major course
3.	**课程学分/学时** **Course Credit/Hours**	3/48
4.	**授课语言** **Teaching Language**	中、英双语 Chinese-English bilingual
5.	**授课教师 Instructor(s)**	付成龙 机械与能源工程系 13466686964 Chenglong Fu Department of Mechanical and Energy Engineering 13466686964
6.	**是否面向本科生开放** **Open to undergraduates or not**	是 Yes
7.	**先修要求** **Pre-requisites**	研究生：无 本科生：ME306 机器人基础 Fundamentals of Robotics 或者 ME331 机器人建模与控制 Robotics Modeling and Control

8. 教学目标 Course Objectives

本课程将系统介绍行走机器人的基本原理和分析方法。课程主要关注腿式行走的运动建模、工程分析和系统仿真方法。课程的具体内容包括行走机器人基本概念，结构形式、运动学、零力矩点与动力学、双足步态规划、全身运动模式生成、动力学仿真、动态行走原理、肌肉、反射与步态特性等部分。本课程教学包括讲座和自主研究小课题两种形式。

The purpose of this course is to introduce the basic principles and analysis methods that are used in walking robots. The course focuses primarily on modelling and engineering methods to simulate and legged locomotion. Central topics include basic concepts of walking robots, structure and kinematics of walking robots, zero moment point and dynamics, gait planning, whole body movement generation, dynamic simulation, principles of dynamic walking, muscles, reflexes and human gait characteristics. This course will be delivered by both lecture and initiative project.

9. 教学方法 Teaching Methods

行走机器人是机器人学、生物力学、控制论等学科高度交叉的一门课程，基本的教学方法如下：

1） 了解行走机器人理论前沿和发展动态；

2） 掌握腿式行走的建模、仿真和控制方法；

3）综合运用所学知识分析和解决通用与特种机器人相关问题；

4）训练科学问题定义、研究方法、团队协作、论文撰写和学术演讲等过程。

This course is a highly interdisciplinary course of robotics, biomechanics and cybernetics.

1) Students are expected to know the leading theories and current development of walking robots.

2) Students are expected to master the basic principles of modeling and engineering methods to simulate and control legged locomotion.

3) Students are expected to analyze and solve problems of general and special robotics through the comprehensive knowledge learned.

4) Students will be trained to be familiar with the definition of the problem, scientific research process, cooperation, academic writing and presentation.

10. 教学内容 Course Contents

Section 1	课程介绍、先修课程要求、课程目标、行走机器人研究历史、行走机器人的基本概念 Introduction to the course, pre-requisites, course goals, history of walking robots，Basic concepts of walking robots
Section 2	行走机器人运动学 I、 行走机器人运动学 II 、行走机器人运动学 III Walking kinematics I，Walking kinematics II、Walking kinematics III
Section 3	ZMP 与动力学 I、 ZMP 与动力学 II、ZMP 与动力学 III ZMP and dynamics I、ZMP and dynamics II、ZMP and dynamics III
Section 4	行走稳定性与能效性 Stability and efficiency 步态规划 Gait planning 平衡控制 Balance control
Section 5	动态行走 I Dynamic walking I
Section 6	动态行走 II Dynamic walking II
Section 7	生物肌肉与反射 Muscles and reflexes 人体步态理论 I Human gait I 人体步态理论 II Human gait II
Section 8	项目开题 (小组报告与讨论) Project proposal (group presentation) 人体步态测量与分析 I Human gait measurement and analysis I （Lab） 人体步态测量与分析 II Human gait measurement and analysis II （Lab）

	Section 9	项目开题 (小组报告与讨论) Project proposal (group presentation) 人体步态测量与分析 III Human gait measurement and analysis III （Lab）
	Section 10	上下楼梯与跑步 I Climbing up/down stairs and running I （Lab） 上下楼梯与跑步 II Climbing up/down stairs and running II （Lab）
	Section 11	Webots 机器人建模 I （实验）Webots Modelling I （Lab） Webots 机器人建模 II（实验）Webots Modelling II （Lab）
	Section 12	Webots 机器人建模 III（实验）Webots Modelling III （Lab） Webots 机器人建模 IV （实验）Webots Modelling IV （Lab）
	Section 13	Webots 机器人控制 I（实验）Webots Control I （Lab） Webots 机器人控制 II（实验）Webots Control II （Lab）
	Section 14	Webots 机器人控制 III（实验）Webots Control III （Lab） Webots 机器人控制 IV（实验）Webots Control IV （Lab）
	Section 15	Final project presentation and discussion I（2 学时）（Lab）
	Section 16	Final project presentation and discussion II（2 学时）（Lab）

11. 课程考核 Course Assessment

课堂表现 Class Performance 10%

课程项目 Projects 30%

期末报告 Final Presentation 60%

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

1. 《仿人机器人》，（日）梶田秀司 编著，管贻生 译。清华大学出版社。ISBN：978-7-302-14453-3，2007 年。

2. 《仿人机器人理论与技术》（清华大学学术专著），陈恳，付成龙 著。清华大学出版社。ISBN： 978-7-302-22544-7，2010 年。

3 Feedback Control of Dynamic Bipedal Robot Locomotion, by Eric R. Westervelt, Jessy W. Grizzle, Christine Chevallereau, Jun Ho Choi, Benjamin Morris， CRC Press, ISBN-13: 978-1420053722, June 2007