
智 能 控 制 导 论

题 目：_____

学 期：_____

课 号：_____

课 程 名 称：_____

学 号：_____

姓 名：_____

此页内容：删掉

从下面题目中任选一题，完成相关要求，撰写报告。格式请参考此格式，可不用此格式，但是必须要规范。

题目：

1. 系统辨识， 模型/函数逼近类（下列系统二选一）

(1) 小车倒立摆系统

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= f(x) + g(x)u \\ x_2 &= \frac{g_0 \sin(x_1) - mlx_2^2 \cos x_1 \sin x_1 / (m_c + m)}{l(4/3 - m \cos^2 x_1 / (m_c + m))} + \frac{\cos x_1 / (m_c + m)}{l(4/3 - m \cos^2 x_1 / (m_c + m))} u\end{aligned}$$

其中 $f(x) = \frac{g_0 \sin(x_1) - mlx_2^2 \cos x_1 \sin x_1 / (m_c + m)}{l(4/3 - m \cos^2 x_1 / (m_c + m))}$, $g(x) = \frac{\cos x_1 / (m_c + m)}{l(4/3 - m \cos^2 x_1 / (m_c + m))}$ 。 x_1 和 x_2 为

分别为摆角和摆速，重力加速度 $g_0 = 9.8 \text{ m.s}^2$, 小车质量 $m_c = 1 \text{ kg}$, 摆杆质量 $m = 0.1 \text{ kg}$, 摆杆的长度为 $2l$, 且 $l = 0.5 \text{ m}$, 控制输入为 u , 输出为 $y = x_1$.

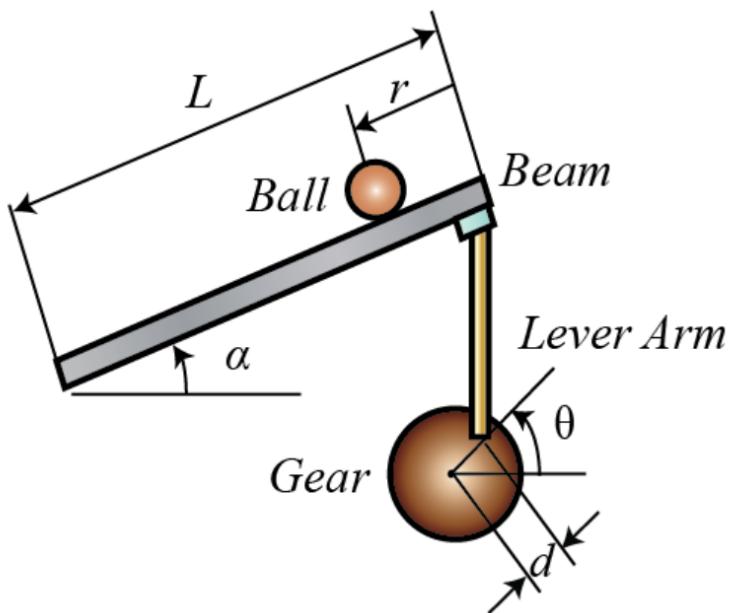
问题 1：试用不同的智能算法拟合小车倒立摆系统(不少于两种), 拟合时输入请用 $u=0.1*\sin(t)$

问题 2：试分析不同摆杆长度 ($l=0.1, 0.5, 1, 10 \text{ m}$) 和 小车质量 ($m_c=0.1$) 对系统的输出的影响,

提示：参考课本 P89

(2) 球杆模型:

https://www.bilibili.com/video/BV1954y1G7pZ/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click&vd_source=8a39cc787aeea7159e93bd38cb18d935 此题可以参考



如图所示的球杆系统，其数学模型如下

$$\left(\frac{J}{R^2} + m\right)\ddot{r} = -mg \sin \alpha - mr\dot{\alpha}^2$$

$$\alpha = \frac{d}{L}\theta$$

其中 $J = 9.99e-6 \text{kg.m}^2$ 为小球转动惯量, $m = 0.11 \text{kg}$ 为小球质量, $R = 0.015 \text{m}$ 为小球半径, $d = 0.03 \text{m}$ 为球中心偏移量, $g = 9.8 \text{m/m}^2$ 为重力加速度, $L = 1 \text{m}$ 为主壁长度, r 为小球到端点距离, α 为上杆旋转的角度, θ 为伺服电机旋转的角度。球杆控制系统基本原理是通过驱动电机改变 θ 角度, 使小球稳定在杆中的指定位置。

系统输入为 $u = \theta$, 输出为 $y = r$,

问题 1: 试用不同的智能算法拟合球杆系统(不少于两种), 拟合时输入请用 $u = 0.1 * \sin(t)$

问题 2: 试分析不同摆杆长度 ($L = 0.1, 0.5, 1, 10 \text{m}$) 和 小球质量 ($m = 0.1$) 对系统的输出的影响,

2. 控制类: (下列系统二选一)

(1) 倒立摆系统

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= f(x) + g(x)u \\ \dot{x}_2 &= \frac{g_0 \sin(x_1) - mlx_2^2 \cos x_1 \sin x_1 / (m_c + m)}{l(4/3 - m \cos^2 x_1 / (m_c + m))} + \frac{\cos x_1 / (m_c + m)}{l(4/3 - m \cos^2 x_1 / (m_c + m))} u\end{aligned}$$

其中 $f(x) = \frac{g_0 \sin(x_1) - mlx_2^2 \cos x_1 \sin x_1 / (m_c + m)}{l(4/3 - m \cos^2 x_1 / (m_c + m))}$, $g(x) = \frac{\cos x_1 / (m_c + m)}{l(4/3 - m \cos^2 x_1 / (m_c + m))}$ 。 x_1 和 x_2 为

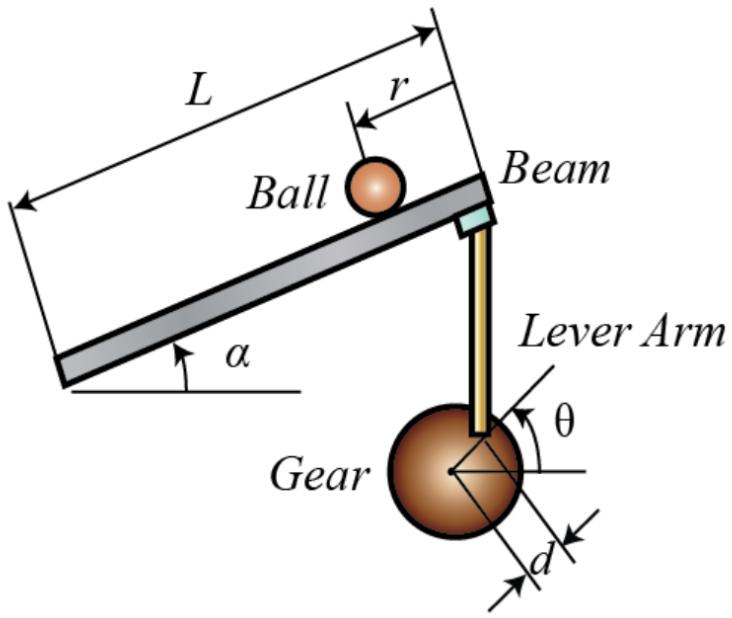
分别为摆角和摆速, 重力加速度 $g_0 = 9.8 \text{m.s}^2$, 小车质量 $m_c = 1 \text{kg}$, 摆杆质量 $m = 0.1 \text{kg}$, 摆杆的长度为 $2l$, 且 $l = 0.5 \text{m}$, 控制输入为 u , 输出为 $y = x_1$.

问题 1: 请设计不同的类型控制器

问题 2: 试分析不同摆杆长度 ($l = 0.1, 0.5, 1, 10 \text{m}$) 和 小车质量 ($m_c = 0.1$) 对系统的输出的影响, 提示: P89,

(2) 球杆系统

https://www.bilibili.com/video/BV1954y1G7pZ/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click&vd_source=8a39cc787aeea7159e93bd38cb18d935 此题可以参考



如图所示的球杆系统,

其数学模型如下

$$(\frac{J}{R^2} + m)\ddot{r} = -mg \sin \alpha - mr\dot{\alpha}^2$$

$$\alpha = \frac{d}{L}\theta$$

其中 $J=9.99e-6\text{kg.m}^2$ 为小球转动惯量, $m=0.11\text{kg}$ 为小球 质量, $R=0.015\text{m}$ 为 小球半径, $d=0.03\text{m}$ 为 球中心偏移量, $g=9.8\text{m/m}^2$ 为重力加速度, $L=1\text{m}$ 为主壁长度, r 为小球到端点距离, α 为上杆旋转的角度, θ 为伺服电机旋转的角度。球杆控制系统基本原理是通过驱动电机改变 θ 角度, 使小球 稳定在杆中的指定位置。 系统输入为 $u= \theta$, 输出为 $y=r$,

问题 1: 试用不同的控制器(不少于两种), 拟合时输入请用 $u=0.1*\cos(t)$

问题 2: 试分析不同摆杆长度 ($L=0.1, 0.5, 1, 10\text{ m}$) 和 小球质量 ($m=0.1, 0.5, 1\text{kg}$) 对系统的输出的影响,

3. 分类/模式识别 (可选择不同类型分类问题)

以手写阿拉伯数字进行识别

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/136264062>

可参考 BP 或者其它神经网络。

样本可参考群数据

要求: 1) 至少利用一种神经网络算法进行识别;

2) 请给出基本的基本原理和详细的过程。

以手写汉字为例, 进行识别, 或者图片 汉字 识别, (数字和字母去掉)

4. 预测类

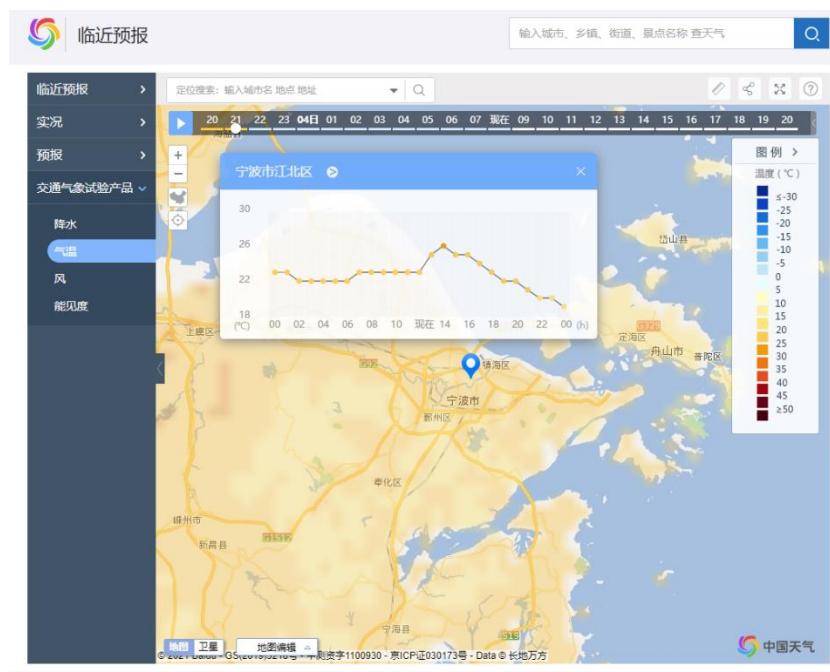
例如某地温度、风速等预测。

此题，可选作，结合神经网络等算法，可以是风速预测，也可以是温度（比如宁波当天最高温度）

- 要求： 1) 不少于一种方法，基于神经网络的方法请给出基本原理和详细的过程；
2) 比较不同的方法，

数据来源可参考：<http://www.weather.com.cn/live/>

<https://www.windy.com/?29.880,121.551,5,i:pressure>



5. 优化类 (TSP) 问题 P167

假设你先住在宁波，想安排一次自驾游，游览国内一些城市，请制定自驾线路。

- 要求: 1) 每一个城市，除宁波外，只能访问一次；
2) 所行驶的总里程最短(油耗最少)；
3) 请给出基本优化的基本原理和详细的过程。

参考： Hopfield 网络 P167 遗传算法， P244

城市和城市之间距离如下：

<http://search.huochepiao.com/juli/?chufa=%C4%FE%B2%A8&daoda=%CE%E4%BA%BA&Submit=%C0%EF%B3%CC%B2%E9%D1%AF>

表 1 城市与城市之间自驾距离

km	宁波	上海	南京	杭州	北京	苏州	成都	武汉	新疆	西安
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

宁波		333	605	149	1651	407	2245	983	4059	1620
上海			301	202	1328	84	2159	811	3978	1509
南京				488	1162	217	1858	516	3607	1208
杭州					1591	271	2842	807	3887	1558
北京						1379	2001	1200	3517	1159
苏州							2075	743	3823	1425
成都								1289	2971	842
武汉									3280	1025
新疆										2551
西安										

可以选择类似优化问题，但是必须有实际应用背景。数据必须指定上述城市。

或者，制定宁波地区，在宁波市自由选取 10 个地方，以宁波大学为起点，终点回到宁波大学。

6. 自拟类，

自己选定与本课程相关的(参数估计，控制，预测，优化，神经网络，遗传智能算法)等的问题。思路：从提出问题，解决问题的步骤去想，可以参考最新研究论文（近 1 年发布的论文 从 2022 年 9 月开始到今天的外文期刊论文），复现其研究成果。

注意事项：

- 1、严禁抄袭（包括同学之间的“参考”），如有发现，直接记零分，没有补考。
- 2、提交报告的时候，请准备 3 分钟的 PPT，对自己所做的内容进行陈述。PPT 正文内容限制在 5 张 PPT。
- 3、报告内容总页数 6~8 页之间，字数在 3000~4000 之间。
- 4、论文需要准备电子版和纸质版，电子版请上传到学习通网站上，查重复制比超过 25%，直接零分。

基于遗传算法的 TSP 问题优化求解（**题** **目**）

摘要：本文针对 XX 问题，提出了 XX 的方法（第一部分：总结一句话）。该方法首先怎么处理，然后操作，最好怎么做（第二部分，介绍大致步骤）。通过 XX 系统验证该算法具有 XX 特点，简述该算法特点（第三部分）。[添加摘要](#)

1 问题陈述

1.1 正文格式

中文用 宋体，小四，英文用 Times New Roman，小四
文章中出现符号，请用斜体 times new roman
出现三级标题 用如下形式

1.1.1 三级标题

1.2 图片格式

图片格式：必须有标题和编号，标题在图的下方，如图 1 所示；

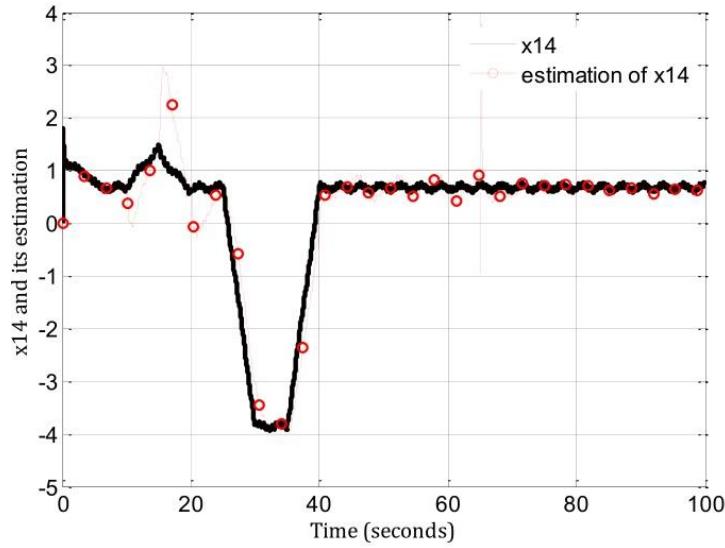


图 1. X14 的实际值和估计值

其中，图 1. 加粗 五号 宋体

1.3 表格格式

表格格式：必须有标题和编号，标题在图的下方，如图 1 所示；

表 1 城市与城市之间自驾距离

<i>km</i>	宁波	上海	南京	杭州	北京	苏州	成都	武汉	新疆	西安
宁波		333	605	149	1651	407	2245	983	4059	1620
上海			301	202	1328	84	2159	811	3978	1509
南京				488	1162	217	1858	516	3607	1208
杭州					1591	271	2842	807	3887	1558
北京						1379	2001	1200	3517	1159
苏州							2075	743	3823	1425
成都								1289	2971	842
武汉									3280	1025
新疆										2551
西安										

其中，表 1. 加粗 五号 宋体

宋体，小四，英文用 Times New Roman

2 原理叙述

3 解决思路

4 仿真/实践结果

5 总结

总结分两个部分，第一部分写解决此问题过程中的总结
第二部分 写此课程总结

参考文献

(如果有参考文献，请参考 GB/T7714 标准 撰写)

- [1] Lin S , Kernighan B W . An Effective Heuristic Algorithm for the TSP[J]. Operations Research, 1973, 21(2):498--516.
- [2] 于莹莹, 陈燕, 李桃迎. 改进的遗传算法求解旅行商问题[J]. 控制与决策, 2014, 000(008):1483-1488.
- [3] 孙增圻, 邓志东, 张再兴. 智能控制理论与技术[M]. 清华大学出版社, 2011.

以下部分可以作为自选题或者是控制类题的模板

1. 系统的工作原理和输入输出

(此部分： 分析系统的工作原理， 画出系统控制框图（或者识别基本原理图或者 预测）， 指出对应的输入输出， 控制目标)

2 建立系统模型 （或者

3 设计辨识系统模型方法， 结合前面学习的结果， (利用， 模糊， 神经网络等逼近非线性系统

4 控制器设计

5 仿真输出

