

上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

课程论文

COURSE PAPER



论文题目： 面向肯德基的餐食分装传送装置
设计说明书

学生姓名： 谭正 耿梓航 赵启 汤逸磊 徐哲

课程名称： 设计与制造 II

指导教师： 盛鑫军

学院(系)： 机械与动力工程学院

面向肯德基的餐食分装传送装置 设计说明书

摘 要

目前肯德基门店存在高峰期店员收银与取餐任务重叠, 操作效率不高, 取餐等候时间长的问题。本项目旨在设计出面向肯德基的餐食分装传送装置, 即一个五自由度机械臂, 为肯德基目前存在的取餐效率不高和一人多职的问题提供一种解决方案。制作出的装置能够在收到信指令后, 转动到指定位置夹取汉堡、饮料、薯条, 并放置到指定区域。本项目中设计一自适应结构来防止破坏食物完整; 并在结构设计上力求降低重量和尺寸。

本设计说明书的内容包括引言、功能分解和总体设计思路、机械结构详细设计、模型的加工与装配、电路控制系统、总结与展望、致谢, 共八章。本项目通过采访、实地调查确定意义性与可行性; 通过理论计算、建模、仿真确定设计方案; 通过机械加工与装配制作模型。

关键词: 肯德基, 餐食传送, 五自由度机械臂, 自适应

A SAMPLE DOCUMENT FOR L^AT_EX-BASED SJTU THESIS TEMPLATE

ABSTRACT

Currently during rush hours, KFC staff often has to play the role of cashier and food collector at the same time, leading to poor efficiency and long waiting time. This project aims at designing a food-collecting and transferring equipment for KFC, which is a 5 DOF (Degree of Freedom) manipulator, providing a possible solution to KFC's current problems. After receiving signals, the equipment can rotate and move its arms to reach hamburgers, soft drinks or french fries, clamp them, and move them to certain locations. This project involves an adaptive design to protect foods' appearance, and seeks to reduce weight and size.

This design specification contains 8 chapters: introduction, function decomposition and overall design ideas, detailed structure design, physical model making and assembly, circuit control system, summary and prospect, and acknowledgement. This project's significance and feasibility are confirmed by interviews and field visits; final design scheme is based on theoretical calculation, 3D modeling, and simulation; physical model is made through machining and assembly.

Key words: KFC, food-collecting and transferring, 5 DOF manipulator, adaptive design

Contents

Chapter 1 引言	1
1.1 立项背景	1
1.2 项目任务书	1
1.2.1 题目：面向肯德基的餐食分装传送装置	1
1.2.2 项目方案简介	1
1.2.3 项目预期目标	2
1.2.4 任务	2
1.2.5 成果呈现方式	2
1.2.6 项目起止时间：2019.9.27 至 2020.1.11	2
Chapter 2 浮动体	3
2.1 插图	3
2.1.1 单个图形	3
2.1.2 多个图形	4
2.2 表格	5
2.2.1 基本表格	5
2.2.2 复杂表格	5
2.3 算法环境	7
2.4 代码环境	7
Chapter 3 数学与引用文献的标注	13
3.1 数学	13
3.1.1 数字和单位	13
3.1.2 数学符号和公式	13
3.1.3 定理环境	14
3.2 引用文献的标注	14
Summary	17
Appendix A Maxwell Equations	19
Appendix B 绘制流程图	21
Acknowledgements	23
Publications	25
Projects	27
Patents	29

Resume	31
------------------	----

List of Figures

Figure 1-1 项目方案简介	1
Figure 2-1 出现在插图索引中	3
Figure 2-2 中文题图	4
Figure 2-3 并排第一个图	4
Figure 2-4 并排第二个图	4
Figure 2-5 包含子图题的范例（使用 subcaptionbox）	4
Figure 2-6 包含子图题的范例（使用 subfigure）	5
Figure B-1 绘制流程图效果	21

List of Tables

Table 2-1	一个颇为标准的三线表	5
Table 2-2	一个带有脚注的表格的例子	6
Table 2-3	实验数据	6

List of Algorithms

Algorithm 2-1 算法示例	7
------------------------------	---



Nomenclature

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

ϵ 介电常数

μ 磁导率

Chapter 1 引言

本项目设计“面向肯德基的餐食分装传送装置”。

本章节聚焦立项背景和设计任务书两部分。

1.1 立项背景

本项目的立项是基于对肯德基目前状况的调查后展开。

本项目选择人流量多的东川路地铁站肯德基门店作为调研对象。经过采访店员后，得到目前门店收银与取餐存在的问题有：高峰期人流多忙不过来；人手不少但效率不高；收银与取餐重叠，存在顾此失彼状况。另外，随机抽选五家上海不同处的肯德基，分析其店面布局，总结出以下特点：收银区域与取餐区域分离；食物集中摆放于食物架上，集中而固定；取餐区域后侧即为食物架，中间有一定可操作区域。

可以发现，肯德基目前需要一个能够减轻店员负担，解决店员一人负责多项任务的状况，且适合肯德基店面布局的产品。本项目旨在设计、制造出一个面向肯德基的餐食分装传送装置，尝试为目前存在的问题提供一种解决新思路。

1.2 项目任务书

1.2.1 题目：面向肯德基的餐食分装传送装置

1.2.2 项目方案简介

本项目设计一个五自由度机械臂来夹取汉堡1-1、饮料、小食，其包含有：一个云台、一个大臂（1号臂）、一个前臂（2号臂）、一个腕部（3号臂）、一个自适应末端执行机构（手部）。机械臂功能要实现根据收到的指令，机械臂转动、自适应夹取食物，放置食物。

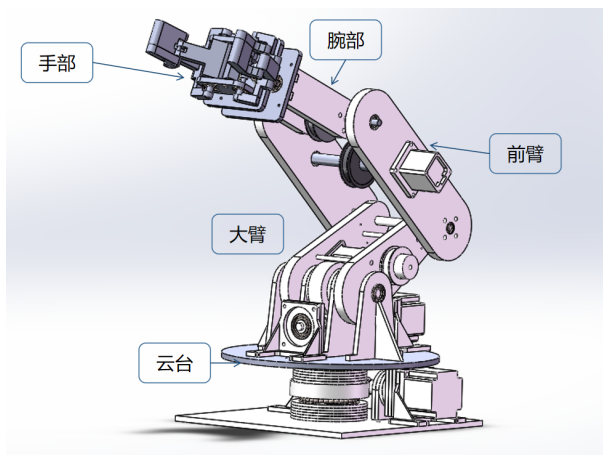


Figure 1-1 方案简介

Figure 1-1 Scheme Introduction

1.2.3 项目预期目标

制作出 1:1 的机械臂实物模型，并能够实现：

- (1) 云台 360° 转动
- (2) 1 号臂俯仰 90°
- (3) 2 号臂俯仰 50°
- (4) 腕部俯仰 90°
- (5) 手部张合 120°
- (6) 根据输入指令自动转动机械臂夹取食物，并放置于指定区域。

1.2.4 任务

- (1) 云台、1 号臂、2 号臂、腕部、手部分别的详细设计图纸
- (2) 重要零件应力分析
- (3) 各加工部分的零件图
- (4) 机械臂的总体装配图
- (5) 机械臂运动学仿真
- (6) 电机、驱动器型号选择
- (7) 机械臂实物制作
- (8) 设计说明书撰写

1.2.5 成果呈现方式

本项目成果最主要呈现方式为 1:1 实物模型展示，并能现场演示各项功能。其他成果包括本设计说明书。

1.2.6 项目起止时间：2019.9.27 至 2020.1.11

Chapter 2 浮动体

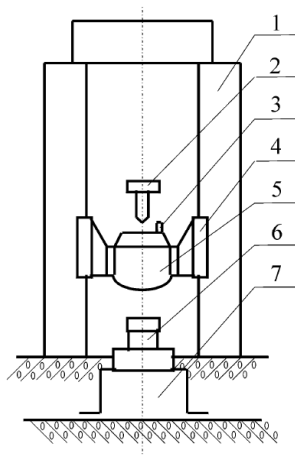
2.1 插图

插图功能是利用 T_EX 的特定编译程序提供的机制实现的，不同的编译程序支持不同的图形方式。有的同学可能听说“L^AT_EX 只支持 EPS”，事实上这种说法是不准确的。X_YL^AT_EX 可以很方便地插入 EPS、PDF、PNG、JPEG 格式的图片。

一般图形都是处在浮动环境中。之所以称为浮动是指最终排版效果图形的位置不一定与源文件中的位置对应，这也是刚使用 L^AT_EX 同学可能遇到的问题。如果要强制固定浮动图形的位置，请使用 float 宏包，它提供了 [H] 参数。

2.1.1 单个图形

图要有图题，研究生图题采用中英文对照，并置于图的编号之后，图的编号和图题应置于图下方的居中位置。引用图应在图题右上角标出文献来源。当插图中组成部件由数字或字母等编号表示时，可在插图下方添加图注进行说明，如图 2-1 所示。



1. 立柱 2. 提升释放机构 3. 标准冲击加速度计
4. 导轨 5. 重锤 6. 被校力传感器 7. 底座

Figure 2-1 单个图形示例^{he1999}。如果表格的标题很长，那么在表格索引中就会很不美观。

可以在前面用中括号写一个简短的标题，这个标题会出现在索引中。

Figure 2-1 Stay hungry, stay foolish.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

2.1.2 多个图形

简单插入多个图形的例子如图 2-2 所示。这两个水平并列放置的子图共用一个图形计数器，没有各自的子图题。

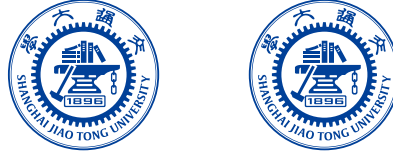


Figure 2-2 中文题图

Figure 2-2 English caption

如果多个图形相互独立，并不共用一个图形计数器，那么用 minipage 或者 parbox 就可以，如图 2-3 与图 2-4。



Figure 2-3 并排第一个图



Figure 2-4 并排第二个图

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

如果要为共用一个计数器的多个子图添加子图题，建议使用较新的 subcaption 宏包，不建议使用 subfigure 或 subfig 等宏包。

推荐使用 subcaption 宏包的 \subcaptionbox 并排子图，子图题置于子图之下，子图号用 a)、b) 等表示。也可以使用 subcaption 宏包的 \subcaption（放在 minipage 中，用法同 \caption）。

搭配 bicaption 宏包时，可以启用 \subcaptionbox 和 \subcaption 的双语变种 \bisubcaptionbox 和 \bisubcaption，如图 2-5 所示。



a) $R_3 = 1.5\text{mm}$ 时轴承的压力分布云图

a) Pressure contour of bearing when $R_3 = 1.5\text{mm}$

b) $R_3 = 2.5\text{mm}$ 时轴承的压力分布云图

b) Pressure contour of bearing when $R_3 = 2.5\text{mm}$

Figure 2-5 包含子图题的范例（使用 subcaptionbox）

Figure 2-5 Example with subcaptionbox

subcaption 宏包也提供了 subfigure 和 subtable 环境，如图 2-6。



a) 校徽

上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

b) 校名。注意这个图略矮些，subfigure 中同一行的子图在顶端对齐。

Figure 2-6 包含子图题的范例（使用 subfigure）

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

2.2 表格

2.2.1 基本表格

编排表格应简单明了，表达一致，明晰易懂，表文呼应、内容一致。表题置于表上，研究生学位论文可以用中、英文两种文字居中排写，中文在上，也可以只用中文。

表格的编排建议采用国际通行的三线表¹。三线表可以使用 booktabs 提供的 \toprule、\midrule 和 \bottomrule。它们与 longtable 能很好的配合使用。

Table 2-1 一个颇为标准的三线表²

Item		
Animal	Description	Price (\$)
Gnat	per gram	13.65
	each	0.01
Gnu	stuffed	92.50
Emu	stuffed	33.33
Armadillo	frozen	8.99

2.2.2 复杂表格

我们经常会在表格下方标注数据来源，或者对表格里面的条目进行解释。可以用 threeparttable 实现带有脚注的表格，如表 2-2。

¹三线表，以其形式简洁、功能分明、阅读方便而在科技论文中被推荐使用。三线表通常只有 3 条线，即顶线、底线和栏目线，没有竖线。

²这个例子来自《Publication quality tables in L^AT_EX》（booktabs 宏包的文档）。这也是一个在表格中使用脚注的例子，请注意与 threeparttable 实现的效果有何不同。

Table 2-2 一个带有脚注的表格的例子

Table 2-2 A Table with footnotes

total	20 ^a		40		60	
	www	k	www	k	www	k
	4.22 (2.12)	120.0140 ^b	333.15	0.0411	444.99	0.1387
	168.6123	10.86	255.37	0.0353	376.14	0.1058
	6.761	0.007	235.37	0.0267	348.66	0.1010

^a the first note.

^b the second note.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

如某个表需要转页接排，可以用 longtable 实现。接排时表题省略，表头应重复书写，并在右上方写“续表 xx”，如表 2-3。

Table 2-3 实验数据

Table 2-3 Experimental data

测试程序	正常运行 时间 (s)	同步 时间 (s)	检查点 时间 (s)	卷回恢复 时间 (s)	进程迁移 时间 (s)	检查点 文件 (KB)
CG.A.2	23.05	0.002	0.116	0.035	0.589	32491
CG.A.4	15.06	0.003	0.067	0.021	0.351	18211
CG.A.8	13.38	0.004	0.072	0.023	0.210	9890
CG.B.2	867.45	0.002	0.864	0.232	3.256	228562
CG.B.4	501.61	0.003	0.438	0.136	2.075	123862
CG.B.8	384.65	0.004	0.457	0.108	1.235	63777
MG.A.2	112.27	0.002	0.846	0.237	3.930	236473
MG.A.4	59.84	0.003	0.442	0.128	2.070	123875
MG.A.8	31.38	0.003	0.476	0.114	1.041	60627
MG.B.2	526.28	0.002	0.821	0.238	4.176	236635
MG.B.4	280.11	0.003	0.432	0.130	1.706	123793
MG.B.8	148.29	0.003	0.442	0.116	0.893	60600
LU.A.2	2116.54	0.002	0.110	0.030	0.532	28754
LU.A.4	1102.50	0.002	0.069	0.017	0.255	14915
LU.A.8	574.47	0.003	0.067	0.016	0.192	8655
LU.B.2	9712.87	0.002	0.357	0.104	1.734	101975
LU.B.4	4757.80	0.003	0.190	0.056	0.808	53522

续下页

续表 2-3

测试程序	正常运行 时间 (s)	同步 时间 (s)	检查点 时间 (s)	卷回恢复 时间 (s)	进程迁移 时间 (s)	检查点 文件 (KB)
LU.B.8	2444.05	0.004	0.222	0.057	0.548	30134
EP.A.2	123.81	0.002	0.010	0.003	0.074	1834
EP.A.4	61.92	0.003	0.011	0.004	0.073	1743
EP.A.8	31.06	0.004	0.017	0.005	0.073	1661
EP.B.2	495.49	0.001	0.009	0.003	0.196	2011
EP.B.4	247.69	0.002	0.012	0.004	0.122	1663
EP.B.8	126.74	0.003	0.017	0.005	0.083	1656
SP.A.2	123.81	0.002	0.010	0.003	0.074	1854
SP.A.4	51.92	0.003	0.011	0.004	0.073	1543
SP.A.8	31.06	0.004	0.017	0.005	0.073	1671
SP.B.2	495.49	0.001	0.009	0.003	0.196	2411
SP.B.4	247.69	0.002	0.014	0.006	0.152	2653
SP.B.8	126.74	0.003	0.017	0.005	0.082	1755

2.3 算法环境

算法环境可以使用 `algorithms` 宏包或者较新的 `algorithm2e` 实现。算法 2-1 是一个使用 `algorithm2e` 的例子。关于排版算法环境的具体方法，请阅读相关宏包的官方文档。

Algorithm 2-1 算法示例

Data: this text

Result: how to write algorithm with L^AT_EX 2_ε

```

1 initialization;
2 while not at end of this document do
3   read current;
4   if understand then
5     go to next section;
6     current section becomes this one;
7   else
8     go back to the beginning of current section;
9   end
10 end
```

2.4 代码环境

我们可以在论文中插入算法，
但是不建议

插入大段的代码。如果确实需要插入代码，建议使用 `listings` 宏包。

```
1 coding=utf-8
```

```
2 port face_recognition
3 port cv2
4 om collections import Counter
5 port motor
6
7 Get a reference to webcam #0 (the default one)
8 deo_capture = cv2.VideoCapture(0)
9
10 Load a sample picture and learn how to recognize it.
11 rst_image = face_recognition.load_image_file("lyb3.jpg")
12 rst_face_encoding = face_recognition.face_encodings(first_image)[0]
13
14 Load a second sample picture and learn how to recognize it.
15 cond_image = face_recognition.load_image_file("hwktest.jpg")
16 cond_face_encoding = face_recognition.face_encodings(second_image)[0]
17
18 ird_image = face_recognition.load_image_file("lyq.jpg")
19 ird_face_encoding = face_recognition.face_encodings(third_image)[0]
20
21 urth_image = face_recognition.load_image_file("lyy.jpg")
22 urth_face_encoding = face_recognition.face_encodings(fourth_image)[0]
23
24 fth_image = face_recognition.load_image_file("ybe.jpg")
25 fth_face_encoding = face_recognition.face_encodings(fifth_image)[0]
26
27 xth_image = face_recognition.load_image_file("mmx.jpg")
28 xth_face_encoding = face_recognition.face_encodings(sixth_image)[0]
29
30 Create arrays of known face encodings and their names
31 own_face_encodings = [
32     first_face_encoding ,
33     second_face_encoding ,
34     third_face_encoding ,
35     fourth_face_encoding ,
36     fifth_face_encoding ,
37     sixth_face_encoding
38
39 own_face_names = [
40     "li_yi",
41     "hu_wenkang",
42     "liang_yuqian",
43     "liu_yan",
```




```
44     "yin_boer",
45     "ma_miaoxin",
46     "Unknown"
47
48 tor.setup()
49 Initialize some variables
50 ce_locations = []
51 ce_encodings = []
52 ce_names = []
53 ce_namess = []
54 ce_sig = []
55 for i in range(0, 20):
56     face_sig.append(0)
57     face_namess.append(0)
58 unt = 0
59 process_this_frame = True
60 current_pos = int(input("please_input_the_number_of_the_top_box\n"))
61
62 def motor_control(names, pos):
63     face_name = Counter(names).most_common(1)
64     sig = known_face_names.index(face_name[0][0])
65     print(face_name[0][0])
66     try:
67         for_or_back(sig, pos) # sig: 哪个箱子要放到最上方
68         pos = sig
69     except KeyboardInterrupt: # When 'Ctrl+C' is pressed, the child function
70         # executed.
71         destroy()
72         return pos
73
74 def for_or_back(signal, pos):
75     dvalue = (signal - pos) % 6
76     delay = 0.001
77     if dvalue <= 3:
78         steps = int(dvalue * 16000 / 6)
79         motor.forward(delay, steps)
80         print("forward")
81     else:
82         steps = int((6 - dvalue) * 16000 / 6)
83         motor.backward(delay, steps)
84         print("backward")
85     motor.stop()
```

```
85     motor.time.sleep(3)
86
87     ay = True
88     ile Play:
89         count = 0
90         while Play:
91             # count and evaluate
92             if count == 19:
93                 # print(control_sig(face_names))
94                 current_pos = motor_control(face_names, current_pos)
95                 break
96
97             # Grab a single frame of video
98             ret, frame = video_capture.read()
99
100             # Resize frame of video to 1/4 size for faster face recognition process
101             small_frame = cv2.resize(frame, (0, 0), fx=0.25, fy=0.25)
102
103             # Convert the image from BGR color (which OpenCV uses) to RGB color (
104             rgb_small_frame = small_frame[:, :, ::-1]
105
106             # Only process every other frame of video to save time
107             if process_this_frame:
108                 # Find all the faces and face encodings in the current frame of v
109                 face_locations = face_recognition.face_locations(rgb_small_frame)
110                 face_encodings = face_recognition.face_encodings(rgb_small_frame,
111
112                 face_names = []
113                 for face_encoding in face_encodings:
114                     # See if the face is a match for the known face(s)
115                     matches = face_recognition.compare_faces(known_face_encodings
116                     name = "Unknown"
117
118                     # If a match was found in known_face_encodings, just use the
119                     if True in matches:
120                         first_match_index = matches.index(True)
121                         name = known_face_names[first_match_index]
122                         face_sig[count] = first_match_index
123                         face_names[count] = name
124                         count = count + 1
125
126                 face_names.append(name)
```

```

127
128     process_this_frame = not process_this_frame
129
130     # Display the results
131     for (top, right, bottom, left), name in zip(face_locations, face_names):
132         # Scale back up face locations since the frame we detected in was scaled
133         top *= 4
134         right *= 4
135         bottom *= 4
136         left *= 4
137
138         # Draw a box around the face
139         cv2.rectangle(frame, (left, top), (right, bottom), (0, 0, 255), 2)
140
141         # Draw a label with a name below the face
142         cv2.rectangle(frame, (left, bottom - 35), (right, bottom), (0, 0, 255), 2)
143         font = cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX
144         cv2.putText(frame, name, (left + 6, bottom - 6), font, 1.0, (255, 255, 255))
145
146     # Display the resulting image
147     cv2.imshow('Video', frame)
148
149     # Hit 'q' on the keyboard to quit!
150     if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
151         break
152
153     print("now_the_top_box_is:", current_pos, "\n")
154
155     if input("Play_again?\n") == "no":
156         play = False
157
158     # Release handle to the webcam
159     deo_capture.release()
160     cv2.destroyAllWindows()

```

```

1  lude <stdio.h>
2  lude <unistd.h>
3  lude <sys/types.h>
4  lude <sys/wait.h>
5
6  main() {
7      d_t pid;
8
9      if ((pid = fork()) < 0) {
10         se -1;

```

```
11 printf("fork failed\n");
12 break;
13 se 0:
14 /* child calls exec */
15 execl("/bin/ls", "ls", "-l", (char*)0);
16 printf("execl failed\n");
17 break;
18 fault:
19 /* parent uses wait to suspend execution until child finishes */
20 wait((int*)0);
21 printf("is completed\n");
22 break;
23
24 turn 0;
```

Chapter 3 数学与引用文献的标注

3.1 数学

3.1.1 数字和单位

宏包 `siunitx` 提供了更好的数字和单位支持:

- 12 345.678 90
- $1 \pm 2i$
- 0.3×10^{45}
- $1.654 \times 2.34 \times 3.430$
- $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- $\mu\text{m} \mu\text{m}$
- $\Omega \Omega$
- 10 and 20
- 10, 20 and 30
- 0.13 mm, 0.67 mm and 0.80 mm
- 10 to 20
- 10°C to 20°C

3.1.2 数学符号和公式

微分符号 `d` 应使用正体, 本模板提供了 `\dif` 命令。除此之外, 模板还提供了一些命令方便使用:

- 圆周率 π : `\uppi`
- 自然对数的底 e : `\upe`
- 虚数单位 i, j : `\upi \upj`

公式应另起一行居中排版。公式后应注明编号, 按章顺序编排, 编号右端对齐。

$$e^{i\pi} + 1 = 0, \quad (3-1)$$

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = \int f(x) dx. \quad (3-2)$$

公式末尾是需要添加标点符号的, 至于用逗号还是句号, 取决于公式下面一句是接着公式说的, 还是另起一句。

$$\frac{2h}{\pi} \int_0^\infty \frac{\sin(\omega\delta)}{\omega} \cos(\omega x) d\omega = \begin{cases} h, & |x| < \delta, \\ \frac{h}{2}, & x = \pm\delta, \\ 0, & |x| > \delta. \end{cases} \quad (3-3)$$

公式较长时最好在等号“=”处转行。

$$\begin{aligned} & I(X_3; X_4) - I(X_3; X_4 | X_1) - I(X_3; X_4 | X_2) \\ &= [I(X_3; X_4) - I(X_3; X_4 | X_1)] - I(X_3; X_4 | \tilde{X}_2) \end{aligned} \quad (3-4)$$

$$= I(X_1; X_3; X_4) - I(X_3; X_4 | \tilde{X}_2). \quad (3-5)$$

如果在等号处转行难以实现，也可在 +、-、×、÷ 运算符号处转行，转行时运算符号仅书写于转行式前，不重复书写。

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \Delta(f_{ij} f^{ij}) = 2 \left(\sum_{i < j} \chi_{ij} (\sigma_i - \sigma_j)^2 + f^{ij} \nabla_j \nabla_i (\Delta f) \right. \\ \left. + \nabla_k f_{ij} \nabla^k f^{ij} + f^{ij} f^k [2 \nabla_i R_{jk} - \nabla_k R_{ij}] \right). \end{aligned} \quad (3-6)$$

3.1.3 定理环境

示例文件中使用 `nttheorem` 宏包配置了定理、引理和证明等环境。用户也可以使用 `amsthm` 宏包。

这里举一个“定理”和“证明”的例子。

Theorem 3.1 (留数定理) 假设 U 是复平面上一个单连通开子集， a_1, \dots, a_n 是复平面上有限个点， f 是定义在 $U \setminus \{a_1, \dots, a_n\}$ 上的全纯函数，如果 γ 是一条把 a_1, \dots, a_n 包围起来的可求长曲线，但不经过任何一个 a_k ，并且其起点与终点重合，那么：

$$\oint_{\gamma} f(z) \, dz = 2\pi i \sum_{k=1}^n I(\gamma, a_k) \operatorname{Res}(f, a_k). \quad (3-7)$$

如果 γ 是若尔当曲线，那么 $I(\gamma, a_k) = 1$ ，因此：

$$\oint_{\gamma} f(z) \, dz = 2\pi i \sum_{k=1}^n \operatorname{Res}(f, a_k). \quad (3-8)$$

在这里， $\operatorname{Res}(f, a_k)$ 表示 f 在点 a_k 的留数， $I(\gamma, a_k)$ 表示 γ 关于点 a_k 的卷绕数。卷绕数是一个整数，它描述了曲线 γ 绕过点 a_k 的次数。如果 γ 依逆时针方向绕着 a_k 移动，卷绕数就是一个正数，如果 γ 根本不绕过 a_k ，卷绕数就是零。

定理 3.1 的证明。

Proof 首先，由……

其次，……

所以……

□

3.2 引用文献的标注

按照教务处的要求，参考文献外观应符合国标 GB/T 7714 的要求。模版使用 BibL^AT_EX 配合 `biblatex-gb7714-2015` 样式包¹ 控制参考文献的输出样式，后端采用 `biber` 管理文献。

¹<https://www.ctan.org/pkg/biblatex-gb7714-2015>

请注意 biblatex-gb7714-2015 宏包 2016 年 9 月才加入 CTAN，如果你使用的 T_EX 系统版本较旧，可能没有包含 biblatex-gb7714-2015 宏包，需要手动安装。BibLaT_EX 与 biblatex-gb7714-2015 目前在活跃地更新，为避免一些兼容性问题，推荐使用较新的版本。

正文中引用参考文献时，使用 `\cite{key1,key2,key3...}` 可以产生“上标引用的参考文献”，如 **Meta_CN, chen2007act, DPMG**。使用 `\parencite{key1,key2,key3...}` 则可以产生水平引用的参考文献，例如 **JohnD, zhubajie, IEEE-1363**。请看下面的例子，将会穿插使用水平的和上标的参考文献：关于书的 **Meta_CN, JohnD, IEEE-1363**，关于期刊的 **chen2007act, chen2007ewi**，会议论文 **DPMG, kocher99, cnproceed**，硕士学位论文 **zhubajie, metamori2004**，博士学位论文 **shaheshang, FistSystem01, bai2008**，标准文件 **IEEE-1363**，技术报告 **NPB2**，电子文献 **xiaoyu2001, CHRISTINE1998**，用户手册 **RManual**。

当需要将参考文献条目加入到文献表中但又不在正文中引用，可以使用 `\nocite{key1,key2,key3...}`。使用 `\nocite{*}` 可以将参考文献数据库中的所有条目加入到文献表中。

Summary

这里是全文总结内容。

2015 年 2 月 28 日，中央在北京召开全国精神文明建设工作表彰暨学雷锋志愿服务大会，公布全国文明城市（区）、文明村镇、文明单位名单。上海交通大学荣获全国文明单位称号。

全国文明单位这一荣誉是对交大人始终高度重视文明文化工作的肯定，是对交大长期以来文明创建工作成绩的褒奖。在学校党委、文明委的领导下，交大坚持将文明创建工作纳入学校建设世界一流大学的工作中，全体师生医护员工群策群力、积极开拓，落实国家和上海市有关文明创建的各项要求，以改革创新、科学发展为主线，以质量提升为目标，聚焦文明创建工作出现的重点和难点，优化文明创建工作机制，传播学校良好形象，提升社会美誉度，显著增强学校软实力。2007 至 2012 年间，上海交大连续三届荣获“上海市文明单位”称号，成为创建全国文明单位的新起点。

上海交大自启动争创全国文明单位工作以来，凝魂聚气、改革创新，积极培育和践行社会主义核心价值观。坚持统筹兼顾、多措并举，将争创全国文明单位与学校各项中心工作紧密结合，着力构建学校文明创建新格局，不断提升师生医护员工文明素养，以“冲击世界一流大学汇聚强大精神动力”为指导思想，以“聚焦改革、多元推进、以评促建、丰富内涵、彰显特色”为工作原则，并由全体校领导群策领衔“党的建设深化、思想教育深入、办学成绩显著、大学文化丰富、校园环境优化、社会责任担当”六大板块共 28 项重点突破工作，全面展现近年来交大文明创建工作的全貌和成就。

进入新阶段，学校将继续开拓文明创建工作新格局，不断深化工作理念和工作实践，创新工作载体、丰富活动内涵、凸显创建成效，积极服务于学校各项中心工作和改革发展的大局面，在上级党委、文明委的关心下，在学校党委的直接领导下，与时俱进、开拓创新，为深化内涵建设、加快建成世界一流大学、推动国家进步和社会发展而努力奋斗！

上海交通大学医学院附属仁济医院也获得全国文明单位称号。

Appendix A Maxwell Equations

选择二维情况，有如下的偏振矢量：

$$\mathbf{E} = E_z(r, \theta) \hat{\mathbf{z}}, \quad (\text{A-1a})$$

$$\mathbf{H} = H_r(r, \theta) \hat{\mathbf{r}} + H_\theta(r, \theta) \hat{\boldsymbol{\theta}}. \quad (\text{A-1b})$$

对上式求旋度：

$$\nabla \times \mathbf{E} = \frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \theta} \hat{\mathbf{r}} - \frac{\partial E_z}{\partial r} \hat{\boldsymbol{\theta}}, \quad (\text{A-2a})$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \right] \hat{\mathbf{z}}. \quad (\text{A-2b})$$

因为在柱坐标系下， $\bar{\bar{\mu}}$ 是对角的，所以 Maxwell 方程组中电场 \mathbf{E} 的旋度：

$$\nabla \times \mathbf{E} = i\omega \mathbf{B}, \quad (\text{A-3a})$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \theta} \hat{\mathbf{r}} - \frac{\partial E_z}{\partial r} \hat{\boldsymbol{\theta}} = i\omega \mu_r H_r \hat{\mathbf{r}} + i\omega \mu_\theta H_\theta \hat{\boldsymbol{\theta}}. \quad (\text{A-3b})$$

所以 \mathbf{H} 的各个分量可以写为：

$$H_r = \frac{1}{i\omega \mu_r} \frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \theta}, \quad (\text{A-4a})$$

$$H_\theta = -\frac{1}{i\omega \mu_\theta} \frac{\partial E_z}{\partial r}. \quad (\text{A-4b})$$

同样地，在柱坐标系下， $\bar{\bar{\epsilon}}$ 是对角的，所以 Maxwell 方程组中磁场 \mathbf{H} 的旋度：

$$\nabla \times \mathbf{H} = -i\omega \mathbf{D}, \quad (\text{A-5a})$$

$$\left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \right] \hat{\mathbf{z}} = -i\omega \bar{\bar{\epsilon}} \mathbf{E} = -i\omega \epsilon_z E_z \hat{\mathbf{z}}, \quad (\text{A-5b})$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} = -i\omega \epsilon_z E_z. \quad (\text{A-5c})$$

由此我们可以得到关于 E_z 的波函数方程：

$$\frac{1}{\mu_\theta \epsilon_z} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial E_z}{\partial r} \right) + \frac{1}{\mu_r \epsilon_z} \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 E_z}{\partial \theta^2} + \omega^2 E_z = 0. \quad (\text{A-6})$$

Appendix B 绘制流程图

图 B-1 是一张流程图示意。使用 tikz 环境，搭配四种预定义节点（start、stop、process、decision 和 io），可以容易地绘制出流程图。

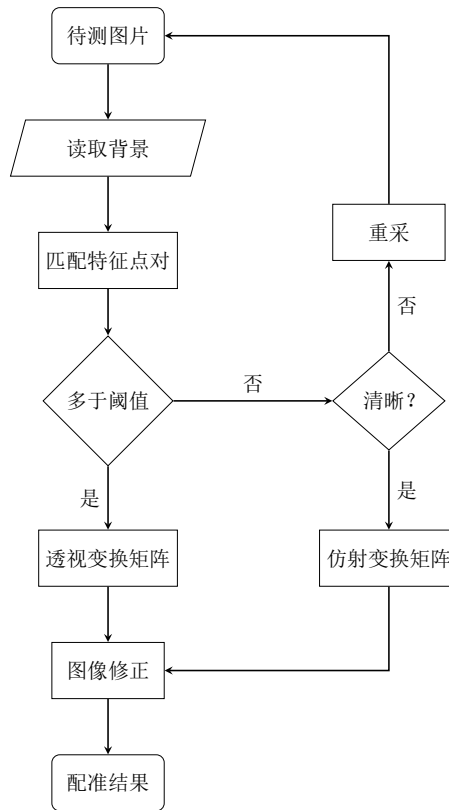


Figure B-1 绘制流程图效果

Figure B-1 Flow chart

Acknowledgements

感谢那位最先制作出博士学位论文 L^AT_EX 模板的交大物理系同学！

感谢 William Wang 同学对模板移植做出的巨大贡献！

感谢 @weijianwen 学长一直以来的开发和维护工作！

感谢 @sjtug 以及 @dyweb 对 0.9.5 之后版本的开发和维护工作！

感谢所有为模板贡献过代码的同学们, 以及所有测试和使用模板的各位同学！

感谢 L^AT_EX 和 SJTUT_{HESIS}, 帮我节省了不少时间。

Publications

- [1] Chen H, Chan C T. Acoustic cloaking in three dimensions using acoustic metamaterials[J]. Applied Physics Letters, 2007, 91:183518.
- [2] Chen H, Wu B I, Zhang B, et al. Electromagnetic Wave Interactions with a Metamaterial Cloak[J]. Physical Review Letters, 2007, 99(6):63903.

Projects

- [1] 参与 973 项目子课题 (2007 年 6 月–2008 年 5 月)
- [2] 参与自然科学基金项目 (2005 年 5 月–2005 年 8 月)
- [3] 参与国防项目 (2005 年 8 月–2005 年 10 月)

Patents

[1] 第一发明人, “永动机”, 专利申请号 202510149890.0

Resume

基本情况

某某, yyyy 年 mm 月生于 xxxx。

教育背景

- yyyy 年 mm 月至今, 上海交通大学, 博士研究生, xx 专业
- yyyy 年 mm 月至 yyyy 年 mm 月, 上海交通大学, 硕士研究生, xx 专业
- yyyy 年 mm 月至 yyyy 年 mm 月, 上海交通大学, 本科, xx 专业

研究兴趣

L^AT_EX 排版

联系方式

- 地址: 上海市闵行区东川路 800 号, 200240
- E-mail: xxx@sjtu.edu.cn