

编号\_\_\_\_\_

南京航空航天大学

# 毕业论文

题目 基于深度强化学习智能交通信号调度

学生姓名

陈建

学号

131810299

学院

计算机科学与技术学院

专业

LaTeX 科学与技术

班级

1318001

指导教师

朱琨

二〇二一年十二月

# 南京航空航天大学

## 本科毕业论文诚信承诺书

本人郑重声明:所呈交的毕业论文(题目:基于深度强化学习智能交通信号调度)是本人在导师的指导下独立进行研究所取得的成果。尽本人所知,除了毕业论文中特别加以标注引用的内容外,本毕业论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。

作者签名:

年 月 日

(学号):

# 基于深度强化学习智能交通信号调度

## 摘 要

本文介绍如何使用 $\text{NJU}^2\text{THESIS}$  文档类撰写南京航空航天大学学位论文。

首先介绍如何获取并编译本文档，然后展示论文部件的实例，最后列举部分常用宏包的使用方法。

**关键词：** 学位论文，模板， $\text{NJU}^2\text{THESIS}$

# NUA<sup>2</sup> THESIS Quick Start and Document Snippets

## Abstract

This document introduces NUA<sup>2</sup> THESIS, the L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X document class for NUAA Thesis.

First, we show how to get the source code and compile this document. Then we provide snippets for figures, tables, equations, etc. Finally we enforce some usage patterns.

**Key Words:** NUAA thesis, document class, space is accepted here

### 目录

摘要 .....	i
Abstract .....	ii
第一章 使用示例 .....	1
1.1 插图 .....	1
1.2 表格 .....	3
1.3 数字与国际单位 .....	6
1.4 中英文之间空格 .....	7
第二章 背景和研究意义 .....	13
第三章 国内外研究现状 .....	14
第四章 工作 .....	15
4.1 公平性研究 .....	15
4.1.1 目标 .....	15
4.1.2 智能体设计 .....	15
4.2 通信问题研究 .....	17
附录 A 查重和其他注意事项 .....	21
A.1 查重 .....	21
A.2 批注 .....	22
A.3 毕业设计与毕业论文的区别 .....	22
A.4 单面打印 & 双面打印 .....	22
A.5 封面打印 & 装订 .....	23
附录 B 后记 .....	24
B.1 v0.9a 后记——Old Jack 的吐槽 .....	24

---

B.2 v1.0 后记 .....	25
B.3 v2.0 后记 by yzwduck .....	27
B.4 v2.1 后记 by yzwduck .....	28
参考文献 .....	29
参考文献 .....	30
致谢 .....	31

## 第一章 使用示例

本章介绍一些常用的宏包的常用方法，希望能为读者写作时提供参考。

### 1.1 插图

首先讨论一下插图的格式，在  $\text{\LaTeX}$  环境下，

1. 推荐使用宏包来绘制插图，如 `tikz`<sup>PKG</sup>，它兼容所有  $\text{\LaTeX}$  环境，字体能与全文统一，质量最佳，但是需要的学习成本较大。请务必先阅读 `tikz`<sup>PKG</sup> 文档的第 1 章教程，然后可以去 `texample`<sup>1</sup> 等网站上找类似的例子，也可以使用 `GeoGebra`<sup>2</sup> 之类的工具来生成  $\text{\TeX}$  代码，效果可以参见图 1.1；
2. 其次推荐使用其他绘图工具生成的 PDF、EPS 格式的矢量图，svg 格式可以通过 `inkscape` 软件转换成带  $\text{\TeX}$  文本代码的 PDF。效果可以参见图 1.2；
3. 当然，PNG、jpeg 之类的位图格式也能做插图；
4. 最后，不要忘记论文是**单色印刷**的，请确保插图在黑白打印的情况下的清晰度。

如果需要多个插图共用一个题注的话，需要加载额外的宏包，一般选用 `subcaption`<sup>PKG</sup> 或 `subfig`<sup>PKG</sup>，这两个宏包是互斥的。需要注意的是 `subcaption`<sup>PKG</sup> 貌似与 `geometry`<sup>PKG</sup> 有些冲突，会导致多行的图表的最后一行无法居中，而 `geometry`<sup>PKG</sup> 是设置页边距的必用宏包。所以个人推荐使用 `subfig`<sup>PKG</sup>，效果可以参考图 1.3b。

如果需要插入图表的话，可以考虑使用 `pgfplots`<sup>PKG</sup> 宏包，效果参见图 1.4；

---

<sup>1</sup><http://texample.net/tikz>

<sup>2</sup><https://www.geogebra.org>

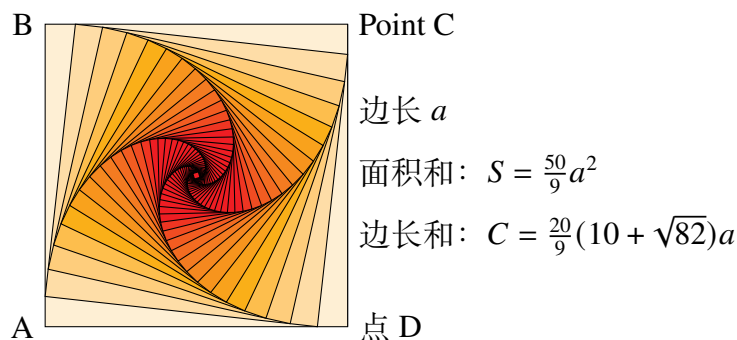


图 1.1 tikz 例子



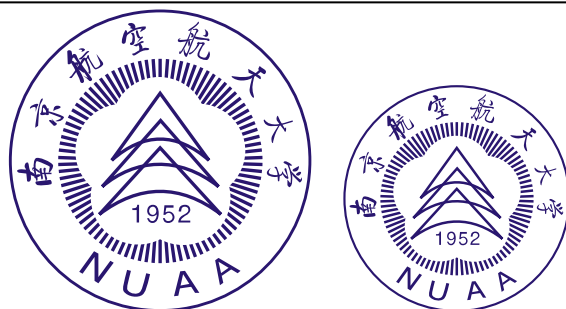
图 1.2 一个校徽

也可以用 Matplotlib、MatLab、Mathematica 之类的工具导出成兼容格式的图片。

如果真的需要让十几张图片共用一个题注的话，需要手工拆分成多个 `float` 并用 `\ContinuedFloat` 来拼接，不过直接多次使用 `\caption` 会在图表清单里产生多个重复条目，需要一点点小技巧（设置图表目录标题为空）。建议将浮动位置指定为 `t`，以确保分散至多页的图能占用整个页面，手工分页才能靠谱。效果可以参见图 1.5 的图 1.5f。

如果需要插入一张很大的图片的话，可以使用 `rotating`<sup>PKG</sup> 提供的 `sidewaysfigure`，它能将插图放置在单独的页面上，如果文档使用 `twoside` 选项的话，它会根据页面方向，设置  $90^\circ$  或  $270^\circ$  旋转，可能需要编译两遍才能设置正确的旋转方向。不过可能有一个问题，`sidewaysfigure` 中使用 `\subfloat` 可能无法准确标号，需要手工重置 `subfigure` 计数器。效果参见图 1.6 和图 1.7。





(a) 左边的大校徽

(b) 小校徽，题注

很长，不过请各位  
放心，它会自动换  
行

图 1.3 包含两张图片的插图

## 1.2 表格

由于封面页，本模板预先加载了 `arrayPKG` 和 `tabuPKG`，如果需要其他表格的宏包，请自行加载。

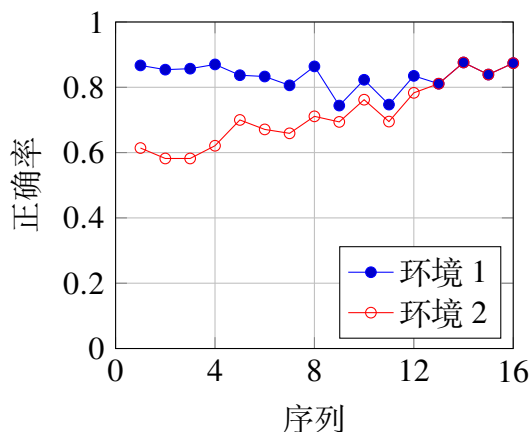
如果需要插入一个简易的表格，可以只使用 `tabular` 环境，如表 1.1。

表 1.1 城市人口数量排名 (source: Wikipedia)

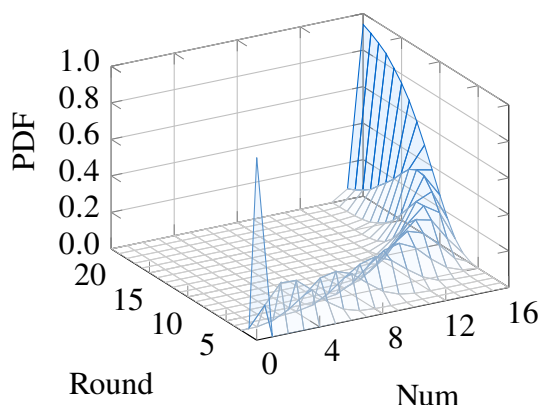
城市	人口
Mexico City	20,116,842
Shanghai	19,210,000
Peking	15,796,450
Istanbul	14,160,467

也可以使用 `tabu` 环境，它可以更灵活地设置列宽，但它有一些 bug，如表 1.2。

如果需要对某一系列的小数点对齐，或者带有单位，或者需要做四舍五入的



(a) 二维图像



(b) 三维图像

图 1.4 拙作中利用 pgfplot<sup>PKG</sup> 绘制的图表

处理，可以尝试配合 `siunitx`<sup>PKG</sup> 一起使用。非常推荐看一下 `siunitx`<sup>PKG</sup> 文档的，至少看一下“Hints for using `siunitx`”一节的输出结果，表 1.3 来自于该文档的 7.14 节。

如果表格内容很多，导致无法放在一页内的话，需要用 `longtable` 或 `longtabu` 进行分页。表 1.4 是来自 `CQUThesis` 的一个长表格的例子。

表 1.4 实验数据，这个题注十分的长，注意这在索引中的处理方式，还有 `\caption` 后面的双反斜杠

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

续下页

续表 1.4 实验数据

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.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
LU.B.8	2444.05	0.004	0.222	0.057	0.548	30134
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

续下页

续表 1.4 实验数据

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.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
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

### 1.3 数字与国际单位

本模板预加载 `siunitxPKG` 来格式化文中的内联数字，该宏包有大量可定制的参数，请务必阅读其文档，并在文档导言部分设置格式。

- 旋转角度为  $90^\circ$ 、 $270^\circ$
- 分辨率  $1920 \times 1080$  的像素数量约为  $2.07 \times 10^6$
- 电脑显示器的像素间距为  $1.8 \text{ nm}$ 、 $180 \mu\text{m}$  还是  $18 \text{ mm}$ ?
- 重力加速度  $g = 9.8 \text{ kg s}^{-2}$ 、 $g = 9.8 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-2}$ ，亦或  $g = 9.8 \text{ kg/s}^2$

表 1.2 tabu 注意事项

默认列	有修正的列
tabu 的 bug?	注意左侧最后一行后的垂直空格
This line is BAD	
注意对比最后一行	bug 会影响多行的 tabu 表格
	bug 的修正方法是在段落后面加 \strut
	This line is Good
垂直居中没效果	改用 tabular
与新版 array <sup>PKG</sup> 不兼容	谨慎使用，切勿用 tabu spread

表 1.3 Tables where numbers have different units

	One	Two	Heading
$a/\text{\AA}$	1.234(2)	5.678(4)	1.234 m
$\beta/^\circ$	90.34(4)	104.45(5)	0.835 cd
$\mu/\text{mm}^{-1}$	0.532	0.894	4.23 J mol <sup>-1</sup>

## 1.4 中英文之间空格

很遗憾，目前 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 和 C<sub>T</sub><sub>E</sub>X 虽然能处理普通汉字与英文之间的间隔，但是汉字与宏之间的空格仍然需要手工调整，请务必按以下的规则撰写原稿：

- ✓ 如图 1.3b 所示：如 \autoref{fig:sub2} 所示，这个宏返回的是“图 x.xx”，所以前面两个汉字之间不能加空格，后面数字与汉字之间必须加空格；
- ✓ 距离为 1.7 个天文单位：距离为 1.7~个天文单位，前面可以不加空格（C<sub>T</sub><sub>E</sub>X 会修正），后面必须加 ~ 以防止在“1.7”与“个”之间换行。此

时更推荐写成  $1.7\text{ au}$ :  $\text{SI}\{1.7\}\{\text{au}\}$ 。



图 1.5 包含多张图片的插图



(e) 校徽 ×5



(f) 校徽 ×6



(g) 校徽 ×7



(h) 校徽 ×8

图 1.5 包含多张图片的插图（续）



南京航空航天大学

(a) First caption

南京航空航天大学

(b) Second caption

图 1.6 一幅占用完整页面的图片

南京航空航天大学

(a) First caption

南京航空航天大学

(b) Second caption

图 1.7 又一幅占用完整页面的图片

## 第二章 背景和研究意义

### 第三章 国内外研究现状

## 第四章 工作

### 4.1 公平性研究

公平性问题是指，不同车辆通过同一个路口的通行时间可能有很大的差别，因为信号灯可能为了提高整体通行效率而牺牲一些车辆，让这些车辆多等待一些时间，即便这些车辆可能是先进入路口的，这对这些车来说是不公平的。一个好的控制策略应该在提高通行效率的同时能够保证每辆车所需的通行时间大致相同，也就是说，车辆通行时间的方差应该越小越好。但是已有的工作都是使用车辆的平均通行时间来衡量通行效率，很自然的忽略了公平性问题。

#### 4.1.1 目标

本工作的目的是在提高通行效率（最小化平均通行时间）的同时，希望每条车道能够有尽可能相同的服务延迟（得到放行所需的时间）。这个目标可以用以下的 Jain Fairness Index(JFI) 指标来量化：

$$\mathcal{J} = \frac{(\sum_{i=1}^M \bar{D}_i)^2}{M \sum_{i=1}^M \bar{D}_i^2}, \quad (4.1)$$

其中  $\bar{D}_i$  是第  $i$  条进近车道的平均延迟。当且仅当每一个  $\bar{D}_i$  都相等时，这个指标达到最大值，即是 1。所以我们的目标也就是最大化这个指标。

#### 4.1.2 智能体设计

##### 状态表示

在  $t$  时刻的状态  $S(t)$  由以下几个部分组成：

1. 交通流量： $\mathbf{V}(t) = \{V_1(t), V_2(t), \dots, V_M(t)\}$ 。其中  $V_i(t)$  表示第  $i$  条进近车道上车的数量。值得注意的是，由于右转不受限于信号灯的的特殊性，这里我们不考虑右车道的交通流量。

2. 平均吞吐量:  $\bar{L}(t) = \{\bar{L}_1(t), \bar{L}_2(t), \dots, \bar{L}_M(t)\}$ 。其中  $\bar{L}_i(t)$  表示第  $i$  条进近车道的平均吞吐量。同上，不考虑右车道的平均吞吐量。
3. 信号相位:  $P(t)$  是当前信号相位的数字化表示，1 表示绿色，可以通行；0 表示红色，禁止通行。

所以  $S(t) = \{V(t) || \bar{L}(t) || P(t)\}$

### 动作选择

在本文中，动作选择机制是每次选择即将转换的信号相位。之后，交通信号灯将转换到这一新的相位并持续  $\Delta t$  的时间。为了安全起见，我们在两个不同的信号相位之间插入了 3 秒的黄色信号和 2 秒的红色信号。如果新选择的相位和当前相位相同，则不插入黄色和红色信号，以确保交通流畅。

### 奖励函数

受 PFS 分配原则的启发，我们设计了一个可以在效率和公平之间提供良好的平衡的奖励函数，如下所示：

$$r = - \sum_{i=1}^M \frac{Q_i(t)}{\bar{L}_i(t) + \delta}, \quad (4.2)$$

其中  $Q_i(t)$  和  $\bar{L}_i(t)$  分别是第  $i$  条进近车道的队列长度和平均吞吐量。在每一次调度后（这里，我们将一次动作选择视作一次调度）， $\bar{L}_i(t)$  按照以下方式进行更新：

$$\bar{L}_i(t) = (1 - \frac{1}{W})\bar{L}_i(t-1) + \frac{1}{W}L_i(t), \quad (4.3)$$

其中  $L_i(t)$  是此次调度中车道  $i$  上得到放行的车的数量， $W$  是一个平衡通行效率和公平性的参数。另外，为了避免公式 4.2 的分母为 0，我们加上了一个可以忽略不计的正数  $\delta$ 。

### 训练过程

训练过程伪代码如下：

## 4.2 通信问题研究

对于多路口的交通信号调度问题，协作（Coordination）可以有效地提升整体通行效率，以下列出几种常见的协作策略：

表 4.1 常见的协作策略

协作策略	目标	说明
Global single agent	$\max_{\mathbf{a}} Q(s, \mathbf{a})$	$s$ 是全局的环境状态， $\mathbf{a}$ 是所有路口的联合动作。
Independent RL without Communication	$\max_{a_i} \sum_i Q_i(o_i, a_i)$	$o_i$ 是路口 $i$ 的局部观测， $a_i$ 是路口 $i$ 的动作。
Independent RL with Communication	$\max_{a_i} \sum_i Q_i(\Omega(o_i, \mathcal{N}_i), a_i)$	$\mathcal{N}_i$ 是路口 $i$ 的邻近路口的状态表示， $\Omega(o_i, \mathcal{N}_i)$ 是整合路口 $i$ 及其邻近路口状态表示的函数。

使用 GAT 来学习 communication，这样做有以下两个好处：1. 动态学习周边的路口的重要性：已有的工作直接将目标路口及其邻近路口的状态直接整合起来，这种做法实际上是默认每一个邻近路口对目标路口的影响力是相同的。实际上由于交通在时间和空间上的变化，同一个路口对于其目标路口的影响力也会发生变化。2. 免索性模型学习（Index-free modeling learning）：在多智能体场景下，通常需要使用参数共享（Parameter Sharing）来降低学习难度，从而加速学习。但是这一点在多路口信号控制场景下是不适用的，因为不同路口对其邻近路口的敏感性是不同的。例如，如下图所示，有 A，B 两个路口，A 对其 N-S 方向的交通更加敏感，B 对其 W-E 方向的交通更加敏感，如果直接将 A 的参数分享给 B，会导致 B 学习到的策略并不适用于自身的场景。

使用 IRL with communication 的方法确实可以有效的解决维度灾难的问题。已有的工作使用图神经网络来学习“交流”这一个过程。他们将每一个路口视

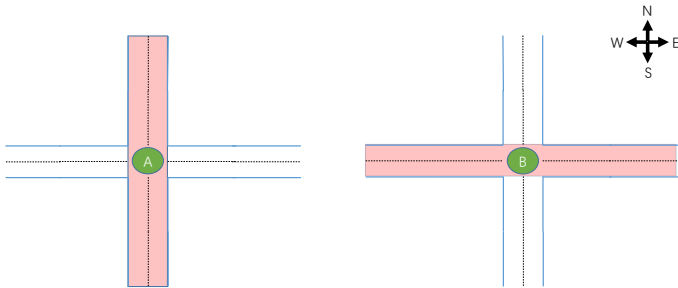


图 4.1 路口敏感性说明

作图中的一个节点，每条道路作为连接两个节点的边，很自然地可以将一张交  
通道路网建模成一个图。这种按路口建模的方式如下所示：

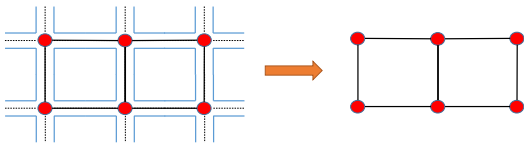


图 4.2 多路口建模成图（路口）

在这种建模方式下，每条车道的车辆以及当前的相位将作为该节点的特  
征。这种建模方式虽然可以很清晰的将多路口场景变成一张图。但是，因为  
是以一个路口为一个节点，所有车道的状态信息都整合到了一起，有些车道的  
信息对目标节点是无用的，如下图所示：

路口 B 中只有 2 车道的交通流向与 A 车道有关，1、3 车道的车辆不会行  
驶到 A 路口。在信息传递的时候，如果将所有的信息都笼统地传递过去，将会



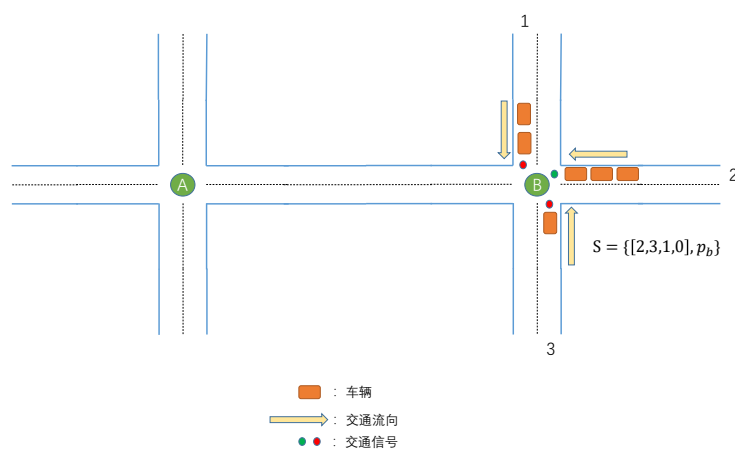


图 4.3 按路口建图模式下信息传递

增加 A 提取有效信息的难度，从而降低学习的效率。

此外

在本文中，我们采用 GAT 来学习 communication，不同的时，我们采用不同的图建模方式。我们不是按照路口来建图，而是按照道路来进行建模，即一条道路就是一个节点，如下图所示：两个好处：1，减少无关信息的传递；2，将

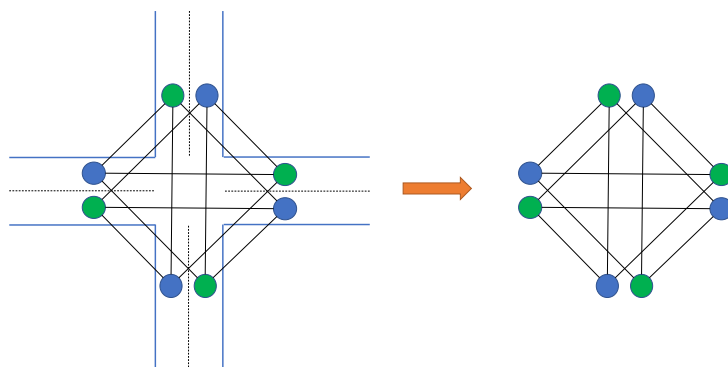


图 4.4 按道路建模成图

相位由数字化特征变成结构化特征。

## 附录 A 查重和其他注意事项

本节由 Old Jack 写于 2017 年六月<sup>1</sup>。

### A.1 查重

先说结论：**知网完全支持 pdf 查重**。

这个问题是鄙人整个毕设过程中最担心的问题之一，从知乎以及其他各种渠道搜索的结果并不一致；另外关于 pdf 查重具体检测哪些部分也是有很多种说法，现在根据鄙人论文的检测结果来说明一下几个需要注意的地方：

- **页眉页脚：**pdf 的眉页脚在论文查重检测范围内。如果担心会提升重复率，可以将页眉文字去掉（个人认为没必要）；
- **公式环境：**pdf 中的公式在论文查重检测范围内。所以在编辑公式的时候，可以考虑不使用传统符号来编辑公式（物理公式符号不建议使用这种方法，各物理量的符号比较固定，老师可能会要求改正），以降低重复率，如参考文献中使用  $\alpha$ ，可以改为  $a$  或  $x$  诸如此类；
- **表格环境：**鄙人的论文中没有直接证据，但根据公式环境在查重检测范围内，鄙人推断表格的标题和内容很有可能也在范围内，所以建议大家不要直接摘抄实验数据和表格标题；
- **参考文献：**鄙人在使用淘宝知网论文检测时，并未提交参考文献部分，学校不提供论文检测结果，所以目前没有直接证据证实参考文献是否在查重范围之内；
- **附录：**鄙人的论文没有附录，情况不明。

鄙人的老师开始也要求上交 word 版论文，但是在鄙人的坚持下，最终上交了 pdf 版并成功通过查重。建议大家提前和指导老师打好招呼，最后提交 pdf

---

<sup>1</sup><https://github.com/nuaatug/nuaathesis/commit/1155207>

格式的论文。

### A.2 批注

在论文撰写过程中，批注成了一个问题，鄙人的指导学姐并不是计算机专业出身，对  $\text{\LaTeX}$  和基于 Git 的版本管理并不了解，所以沟通的途径就只有使用 Adobe Acrobat 等软件，对 pdf 文件本身进行批注，相比于 word 确实有些麻烦。

个人还是推荐使用 Git<sup>2</sup>、Beyond Compare<sup>3</sup>等工具，辅以  $\text{\LaTeX}$  本身的注释进行批注以及版本管理，非常清晰直观，操作也简单。

### A.3 毕业设计与毕业论文的区别

这里特别对使用本模板的本科同学们做出提醒，请查看你们毕业设计基本信息中的毕设类别，共有两类：**毕业设计**和**毕业论文**。各位同学，你们**论文的封面和页眉中的内容应该与该类别相同**。因此在`\documentclass[]\nuaathesis`的选项中需要标明 **Design**（毕业设计）或者 **Paper**（毕业论文），使论文使用正确的封面和页眉。

除此之外该两类在最后论文装订时使用的并不是同一种封面纸，**毕业设计类的论文使用黄色的封面，毕业论文类的论文使用白色的封面**。在印刷厂/打印店打印时需提醒工作人员使用正确的封面纸张。

### A.4 单面打印 & 双面打印

学校并没有规定论文打印的方式，考虑到部分同学有双面打印的需求，Gavin Lee 对 twoside 情况下的页脚进行了调整，奇数页页脚在右边，偶数页页脚在左边。可以在文档选项中使用 onside/twoside 来切换单面打印和双面打印。

---

<sup>2</sup><https://git-scm.com/>

<sup>3</sup><https://www.scootersoftware.com/>

### A.5 封面打印 & 装订

建议大家去印刷厂打印封面并装订。原因有下：

1. 樱花广场打印店打印的封面并不标准，情况较复杂，总之是不标准的；
2. 樱花广场打印店打印机并不稳定可靠，而且因为所有电脑都可以随意选择打印机，所以很容易出现打印错误，鄙人曾因员工操作失误以及机器故障被耽误 2 小时；
3. 樱花广场打印店的档案袋储量较小，可能会用尽，而印刷厂不单独出售毕设档案袋，只能额外花钱买一整套封面来获取档案袋，存在浪费钱财的可能；
4. 樱花广场打印店排队情况严重，因为有很多同学会在那里的电脑上修改他们的文档，从而影响了打印的效率。

印刷厂虽远，但其质量是有保证的，封面也是标准的，另外因为距离远，排队现象相对较好，所以鄙人建议大家去印刷厂打印封面。

在印刷厂打印需要事先打好三个 **A4 纸**封面（论文封面、附件材料封面、工作材料归档封面），然后会使用你打印好的 A4 纸封面，复印到封面纸上，就得到了你的封面。

## 附录 B 后记

### B.1 v0.9a 后记——Old Jack 的吐槽

`\begin{轻松+愉快}`

Old Jack 他有点累.....

Old Jack 两年前就开始关注南航毕设的 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 模板了，但是两年了还没有任何有实际意义的新动作，所以 Old Jack 就亲自操刀制作了新的一版。虽然很多代码都是从其他模板中直接摘抄过来的，但是这也是 T<sub>E</sub>X 最普遍、最快捷的学习 & 开发方法。一开始 Old Jack 也想造轮子，但是轮子真的不好造。

在制作过程中遇到了几个关键性的问题：

- 前文提到的三种粗体
- nuaa.png 源文件和页眉制作
- 英文字母、章节标题莫名其妙的加粗
- 脚注相对页脚线的位置

第一个问题 Old Jack 曾经用 T<sub>E</sub>X 中伪粗体 (FakeBold) 的方法实现过，但是效果并不好，而且当时受到最后一个问题的强烈影响，不得不使用其他字体来解决这个问题。

第二个问题 Old Jack 开始是使用官方模板中的图片，但是分辨率太低，效果很差。于是 Old Jack Google 以图搜图找到了现在的这个文件的源文件，经过了一系列不可描述的操作后得到了现在的 nuaa.png。页眉的制作也让 Old Jack 很头疼，论文要求论文到顶端和底端的距离分别为 2.5cm 和 2.0cm，Old Jack 很 naive 的就给 geometry 设置了这个数值，但是效果和官方模板差了很多，于是 Old Jack 只好一点一点地调试，达到了近似官方模板的效果。页脚和官方模板有细微的区别，Old Jack 认为这无伤大雅，是要罗马数字和阿拉伯数字编号正

确应该就可以了。

第三个问题是一个非常奇怪的问题。使用伪粗体时所有标题全都加粗了，非常难看，经过了代码重构和不停地调试解决了这个问题。在模板完成 99% 后发现最后致谢中的英文字体全都加粗了，Old Jack 几次审视代码和调试都没有解决。偶然间，Old Jack 将全部主要文件全部提取出来，放入另一个文件夹，然后重新编译就解决了这个问题！当然后来发现代码中确实有一个地方有小问题可能会影响，但是这不是上一次出错的原因。Old Jack 对于各位使用模板的南航学子以及其他可能会参考此模板的  $\text{\TeX}$  爱好者提了一个建议：**任何语言，任何代码出现莫名其妙的问题时，换一个文件夹，改一下名字，重新跑一下，可能会得到意想不到的结果。**当然这不是万能的解决方法。

第四个问题就如第一章中脚注和页脚线的情况，感觉两条线很别扭。Old Jack 犹豫了很久，最后没有采用将脚注放在页脚线下的方案，因为 Old Jack 觉得还是两条线的方案好看。对于想要将脚注放在页脚线下方的同学，可以在主文件中取消注释那段代码，来实现所需要的效果。

Old Jack 他完成了模板的再制作，但是他没有心气再写出一篇能够指导大家使用  $\text{\LaTeX}$  的文档了（好吧，Old Jack 他承认懒是一部分因素），望大家谅解 Old Jack。

`\end{轻松+愉快}`

## B.2 v1.0 后记

Old Jack 非常高兴，因为他不是一个人在战斗。再次感谢张一白、王成欣、曾宪文、Gavin Lee 等人的工作，没有他们， $\text{N\LaTeX}^2$  THESIS 不会像现在这么美丽。

经过  $\text{N\LaTeX}^2$  THESIS Group 的努力和测试， $\text{N\LaTeX}^2$  THESIS 迎来了 v1.0 版，也就是第一个正式发行版。一路走来也是有些坎坷，各种各样的小问题一直困扰着我们，其实 v1.0 也还有着一些细小的问题尚未解决。不过 Old Jack 请大家放心，这些小问题不影响模板的使用。很多已经被我们解决的小问题比如页眉的大小位置，中英文字体是否正确，摘要的章节标题不能是加粗的宋体等等，老师可

能不去管这些，甚至注意不到有什么区别。相比之下，重要的地方是：公式、图表的编号，图表和文本的位置，参考文献的格式等等才是老师关注的点。很多地方只是我们几个人为了追求和 office 模板尽可能接近，才不断地进行修改调整，也是有点讽刺。

写毕设论文的时候，Old Jack 不止一次看到隔壁室友调公式内容，Mathtype 和 Office 装了卸，卸了装、调公式编号、调标题位置和大小、调首行缩进、调段间距等等等等，看着他们搞得焦头烂额的，Old Jack 都觉得心累。打印时也是这样，有太多的人在打印店不停地修改自己的论文，有因为 office 和 wps 不兼容修改的，有 office 版本不兼容修改的，有因为页眉页脚错误修改的等等。然而 Old Jack 他在写论文时从来没有担心过这些事情（当然，作为模板开发者 Old Jack 确实操心了很多，2333），他也第一次真正体会到了什么叫做专注于内容，真的挺轻松的（表格是例外）。

对于模板的推广，Old Jack 觉得使用人数仍然不会太多，毕竟 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 的群众基础太小，除了 8 院，其他学院对公式的需求整体来讲并不迫切，Old Jack 猜测大部分知道、了解 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 的同学是通过数学建模竞赛这个途径才学习了 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X；同时因为涉及到学习新的程序语言，时间成本也较大，所以很多同学的学习意愿不高。不过 N<sub>U</sub>A<sup>2</sup> THESIS 的目标人群本来也不是全校所有学生，Old Jack 的思路，Old Jack 相信也是 N<sub>U</sub>A<sup>2</sup> THESIS Group 其他开发者的思路是：

1. 为自己服务，这是 N<sub>U</sub>A<sup>2</sup> THESIS Group 开发模板的第一动力；
2. 对已经掌握 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 基本语法的同学，N<sub>U</sub>A<sup>2</sup> THESIS Group 为他们在毕业设计时能更轻松地撰写论文，提供平台和机会；
3. 对准备学习 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 以及已经学习了一点 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 的同学，N<sub>U</sub>A<sup>2</sup> THESIS Group 为他们提供学下去的动力和平台。

即将毕业了，回首大学四年，Old Jack 做过疯狂的事情，也找到了一份看起来还可以的工作，只觉得还没对学校做过什么有用的事情，尽管 Old Jack 对学校其实并不是很有感情。完成了这个模板后，至少 Old Jack 可以减少一个遗



憾，然后离开学校了。虽然这不是什么惊天动地的工作，但是至少 Old Jack 做了件他认为还算有意义的事情。Old Jack 应该还会再维护  $\text{N\textsubscript{U}A}^2\text{Thesis}$  一段时间，期待有后继者能够接过火炬，继续完善并推广  $\text{N\textsubscript{U}A}^2\text{Thesis}$ 。

想说的可能也就这么多了，Old Jack out!

0813 王志浩，2017.6.24

### B.3 v2.0 后记 by yzwduck

也是两年前开始关注南航毕设的  $\text{L\textsubscript{A}T\textsubscript{E}X}$  模板了，但直到毕业前，都没能去静下心来学习  $\text{L\textsubscript{A}T\textsubscript{E}X}$ 。

现在差不多本科毕业一年，或者说，一年后要开写硕士学位论文了，本打算照着  $\text{CQUThesis}$  来造轮子的时候，逛纸飞机<sup>1</sup> 看到  $\text{N\textsubscript{U}A}^2\text{Thesis v1.0}$  发布了。非常激动、也很自愧，同样是经历了大学四年的人，我没能把这模板做出来。

于是马上把两年前为了模板而画的校名（矢量图）传了上去<sup>2</sup>。

原本打算在 v1.0 版的基础上修改的，但因为行间距设置有问题，封面与 Word 模板也有点差异，还要再加入硕/博士的模板，于是干脆改成 Documented  $\text{LaTeX Source (.dtx)}$ ，方便以后写模板的文档。

做模板过程中遇到的大问题，在于如何正确理解学校对论文格式的要求。虽然有《本科毕业设计（论文）撰写格式要求》、《研究生学位论文撰写要求》，但这些要求依然不够细致，因为那些要求都是假定你用 Word 来写论文的，要求里的内容是 Word 设置的操作方法，所以还要先学习 Word 的排版算法。虽然这不是热门的资料，而且还有 CJK 独有的坑，幸好有人把 Word 排版算法解释得非常详细，这个模板才能避免大量使用测量得到的魔数。但还有很多细节部分，因为能力有限，没能实现。

最后容我吐槽一下学校的 Word 模板，我觉得那个 Word 模板可能从最初做出来后，就基本没有变化。那个“最初”或许可以追溯到上个世纪。很多编

---

<sup>1</sup>论坛还活着吗？该不会已经沦落为老人的回忆了吧。——2018.10.10

<sup>2</sup><https://github.com/nuaatug/nuaathesis/commit/24fa82e>

---

号的事情都要由手工来完成，比如说目录页码、各级标题的编号、题注等。这些完全可以自动编号的工作，如果要手工做的话【掀桌颜文字】。

### B.4 v2.1 后记 by yzwduck

转眼间一年过去，又到了写毕业论文的时候了。

翻了一下代码的 commit 记录 (部分非公开)，这一年只有加起来两、三个星期在做这个论文模板，已经无法用“懒”这字来描述鄙人的状态了。

不过也有几件值得小小炫耀一下的事，终于把中/英/日多国语的坑填了不少，至少能编译出对应语言的论文来；为了减少重复代码，使用一些宏包造了 C<sub>T</sub>E<sub>X</sub> 的几个轮子，从而实现一个 class 文件能支持三国语言。

为了检验模板的效果，鄙人从知网上找了两篇论文，试着用 N<sub>U</sub>A<sup>2</sup> T<sub>H</sub>E<sub>S</sub>I<sub>S</sub> 模板排版了一下（节选），又发现了不少问题。因此目前 N<sub>U</sub>A<sup>2</sup> T<sub>H</sub>E<sub>S</sub>I<sub>S</sub> 应该还有相当多的问题的，但没有用户的话，由于鄙人能力有限，难以发现，还请各位使用 N<sub>U</sub>A<sup>2</sup> T<sub>H</sub>E<sub>S</sub>I<sub>S</sub> 的先行者们 (Pioneers) 能反馈意见和建议。

愿所有使用 N<sub>U</sub>A<sup>2</sup> T<sub>H</sub>E<sub>S</sub>I<sub>S</sub> 的人，不会被评审老师指责格式问题。

参考文献

### 参考文献

- [1] 本节演示如何手写参考文献目录
- [2] 如果论文能用 biber 来管理参考文献的话，请使用 biber，不要手写
- [3] 如果实在不方便用 biber 的话，可以使用这种方法来手写参考文献。格式完全手写会有点繁琐，而且不能在正文中引用。比如：
- [4] KANAMORI H. Shaking without quaking[J]. Science, 1998, 279(5359): 2063.
- [5] 吴云芳. 面向中文信息处理的现代汉语并列结构研究 [D]. 北京: 北京大学,2003[2013-10-14].

示例：[1] 这种写法不符合学校的要求，推荐使用这种写法<sup>[4]</sup>。

### 致 谢

在此感谢对本论文作成有所帮助的人。