

武汉理工大学毕业设计(论文)

LSTM 循环神经网络的时间序列预测研究

学院(系): 理学院

专业班级: 信计 1602 班

学生姓名: 顾焕申

指导教师: 万源

学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的论文是本人在导师的指导下独立进行研究所取得的研究成果。除了文中特别加以标注引用的内容外，本论文不包括任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

作者签名：

年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保障、使用学位论文的规定，同意学校保留并向有关学位论文管理部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权省级优秀学士论文评选机构将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

本学位论文属于 1、保密 ☐，在 年解密后适用本授权书

2、不保密 ☐

（请在以上相应方框内打“√”）

作者签名： 年 月 日

导师签名： 年 月 日

摘 要

时间序列预测模型广泛应用于通信、金融、医疗、交通等领域。在时间序列的基础特征上，我们需要关注和研究其受到的影响因素、向特定趋势过度的潜力等方面。准确的时间序列预测能够把握事物发展的趋势，有效规避风险、高效利用资源。

论文主要研究了 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx。

研究表明：xx。

本文的特色：xx。

关键词: 时间序列预测，深度神经网络，注意机制

Abstract

Time series prediction model is widely used in communication, finance, medical treatment, transportation and other fields. Accurate prediction can grasp the development trend of things and effectively avoid risks, so it has become a hot topic of current research. Accurate prediction can grasp the development trend of things, effectively avoid risks and make efficient use of resources, so it has become a hot topic of current research.

xx

xx

Key Words:Time series prediction, Deep neural network, Attention Mechanism

目 录

摘要	I
Abstract	II
第 1 章 LaTeX 入门简介	1
1.1 编辑环境	1
1.1.1 编辑器	1
1.1.2 编译器	1
1.2 尝试编译	2
1.2.1 Windows	2
1.3 简单步骤	2
第 2 章 开始撰写论文	3
2.1 字体字号的控制	3
2.1.1 字体	3
2.1.2 字号	4
2.2 图片及表格的处理	4
2.2.1 在文档中加入图片	4
2.2.2 在文档中加入表格	6
2.3 数学公式	7
2.3.1 一个简单的例子	8
2.4 呈列代码	9
第 3 章 进阶功能	11
3.1 文献管理	11
第 4 章 已知问题和未来发展	12
4.1 已知问题	12
4.2 未来发展	12
4.3 官方认证	12
参考文献	13
致谢	14

——如你所见，本页为了解决这个第一行文字与页眉分割线重合问题，我们添加了一个空白页。

此页记得删除

第 1 章 LaTeX 入门简介

L^AT_EX 是国际通行的格式化排版系统，在数学界和计算机科学界有着极为广泛的运用。学习 L^AT_EX 排版规则是每一个科研人员熟悉科研论文格式化写作，提高论文质量的不二之选。

1.1 编辑环境

编译环境由编辑器和编译器两个部分组成，编辑器的功能和我们常见的写字板差不多，它能够方便我们处理 T_EX 源码明确彼此之间的篇章关系，从而提高排版效率。而编译器则是将 T_EX 语言转化为计算机能够理解的二进制代码并最终呈现为我们能够阅读的 PDF 文档，他们之间相互分工共同完成排版任务。

1.1.1 编辑器

编辑器的种类非常多，有“所见即所得”的 **LyX**，也有 Linux 向的 **Emacs** 和 **Vim**，还有伪 geek 向的 **Sublime Text**，而我自己则偏爱 IDE 向的 **T_EXStudio**。它有着一些令我爱不释手特性，如：

1. 清晰的组织结构，你可以在屏幕左侧看到他们
2. 便捷的自动补充功能，只要输入命令的一部分就能够完成撰写
3. 合理的宏包查看方式，右键菜单中可以找到宏包的文档
4. 贴心的实用工具，矩阵插入助手，表格编辑助手等

每个人都可以选择自己顺手的编辑器，如果你真的非常懒不愿意在如此多的选择中做出一个抉择那么编译器中自带的 **T_EXWorks** 也是一个不错的选择。

1.1.2 编译器

编译器一般存在于封装了宏包的各种 T_EX 发行包中，按照宏包数量的多少从几十兆字节到若干个 G 都有。按照操作系统平台的不同，比较流行的发行包有 T_EXLive, proT_EXt 和 MacT_EX. 在 Windows 平台或者 Linux 平台上常用的是 T_EXLive, 如果您需要从网络上下载请选择 ISO 镜像进行下载。国内知名大学均有镜像 FTP 下载站, 通过他们你可以获得这个 3GB 左右的 ISO 包，安装它可以免去您下载各类宏包和寻找文档的麻烦。

1.2 尝试编译

1.2.1 Windows

安装并设置完毕软件环境之后，就可以尝试对于本论文进行编译工作。打开文件夹中的thesis.tex 文件，将默认编译器设置为 Xe_{La}TeX(TeXStudio 中依次点击 Options - Configure TeXstudio - Built - Default Compiler 内选择 Xe_{La}TeX，TeXworks 则可以选择左上角的下拉菜单在其中找到 Xe_{La}TeX)，点击编译按钮就可以开始编译过程了。

正常编译结束之后，文件夹中会出现一个thesis.pdf的文件同时编辑器也会自动打开该文件生成一个精美的预览。你可以对比自己编译出来的成果与本文件之间的差异，来确定编译器和编辑器是否已经设置妥当。

1.3 简单步骤

先下载TeX 发行包（内含编译器和相关宏包及文档），安装这个发行包大概需要 20 分钟左右的时间，安装期间请关闭杀毒软件以保证组件的顺利注册。使用自带的编辑器或者下载TeXStudio, 作为默认编辑器使用。打开thesis.tex，并设置编译器为 Xe_{La}TeX 再进行一次编译。如果遇到无法编译的问题请注意以下技术细节：

相关路径设置是否正确，在 TeXStudio 的 Options - Configure TeXstudio - Commands 中检查路径，正确的路径形式应该类似于

```
"D:/Program Files/texlive/2013/bin/win32/latex.exe"
-src -interaction=nonstopmode %.tex
```


第 2 章 开始撰写论文

在 \LaTeX 中论文的组织形式是严格按照结构化写作的方式展开的，章节之间层次分明，段落之间关系紧密。要做到这一点就需要熟悉结构化写作的一般过程，首先需要通过 \TeX 命令定义各章节的标题。

<code>\section{开始撰写论文}</code>	%对应为	第2章 开始撰写论文
<code>\subsection{标题与正文格式控制}</code>	%对应为	2.1 标题与正文格式的控制
<code>\subsubsection{字体的控制命令}</code>	%对应为	2.1.1 字体的控制命令

由于采用了 ctex 的 `article` 类作为论文的基本类，所以定义标题的层级最多为二级标题。当你的论文出现三级标题如 2.1.1.1 的时候，请考虑修改文章层级结构以适应格式化排版的要求。（四级标题多出现于书籍以及科技专著中，毕业论文作为文档类其出现此类三级标题的情况较为罕见）。在一个低级标题之后出现的一个高级标题会使得文档当前内容跳出作用域，通过这样的方式整个文章的整体脉络就可以很清晰地显现出来。

2.1 字体字号的控制

字体字号的处理是借助了 ctex 宏包实现的，仔细阅读该文档你能在中文格式处理方面节省许多时间。在宏包中对于处理字体和字号的方法进行详细的阐述。在我们熟知的排版系统中，形式和内容是一个密不可分的整体，两者相生相伴无法分离。从我们写下一段话，并选中这段话然后再设定字体和字号开始形式已经开始附加到我们想要表达的内容中了。但是在 \LaTeX 中，所有的内容（也就是正文及相关附录）是不包含任何关于格式的信息的。这样就做到了形式与内容的彻底分离，是 \LaTeX 区别于任何一个排版系统的根本原因。

实现内容与形式的剥离是一个痛苦的过程，我们需要摒弃我们懒惰的直觉并开始高度抽象化的思考，通过这样一个过程等到内容与形式再度统一。

2.1.1 字体

根据中文汉字支持宏包 `ctexart` 的参考文档，模板中预置的常用字体一共有五种，他们分别是：宋体，黑体，仿宋，楷书，隶书。对应的控制方式如下：

宋体	黑体	仿宋	隶书	楷书
<code>\songti</code>	<code>\heiti</code>	<code>\fangsong</code>	<code>\lishu</code>	<code>\kaishu</code>

这些字体基本满足了武汉理工大学本科生毕业论文中所要求的字体的需求。

2.1.2 字号

使用`\zihao{4}`命令来规定四号字体，在前面加负号表示小四`\zihao{-4}`。

2.2 图片及表格的处理

2.2.1 在文档中加入图片

理论上 \LaTeX 可以处理各种各样的图片类型从 jpeg 到 bmp，从 pdf 到 eps 都是可以接受的图片处理类型。选择合理的图片类型会提高论文的整体观感，使得最终的排版效果更为优良。而其中以无损压缩格式为优先推荐，原生 pdf 图片，原生 eps 图片都是最优的选择。如果实在无法找到矢量图，可以退而求其次地采用 png 图片或者 jpeg 格式的图片。

- 取人玫瑰手留余香 使用他人图片时记得标注出处和明显的引用。
- 掌握一种数据绘图软件 Python, MATLAB, Mathematica 都是不错的选择
- 探索示意图绘制的方法 指的是流程图，二维或三维线图，推荐 Ipe editor, TiKZ, 以及 Microsoft Visio Ink-scape

图片插入范例

为了插入这样的图片，我们使用了如下的代码：

```
\begin{figure}[thbp!]
\centering
\includegraphics[width=0.6\linewidth]{figure/IMG_1832}
\caption{\LaTeX 字号错误使用范例}
\label{fig:IMG_1832}
\end{figure}
```

其中第一行的`[thbp!]`是用来规定图片位置的命令`t`表示顶部，`h`表示这里，`b`表示底部，`p`则表示“随便哪儿！”！则表示“就是这里！”在第三行中，规定了图片的尺寸，其方式为限定尺寸宽度为 0.6 倍行线宽。最后是图片的标题和它的标号，有了它们可以很方便地引用一个图片。

在文档中，虽然我们规定了图片所安放的位置和相对应的顺序，但是图片最终在文档中所呈现的位置和代码中的还是会有差距。这是由于所有的图片实际上都是“浮动”环境，

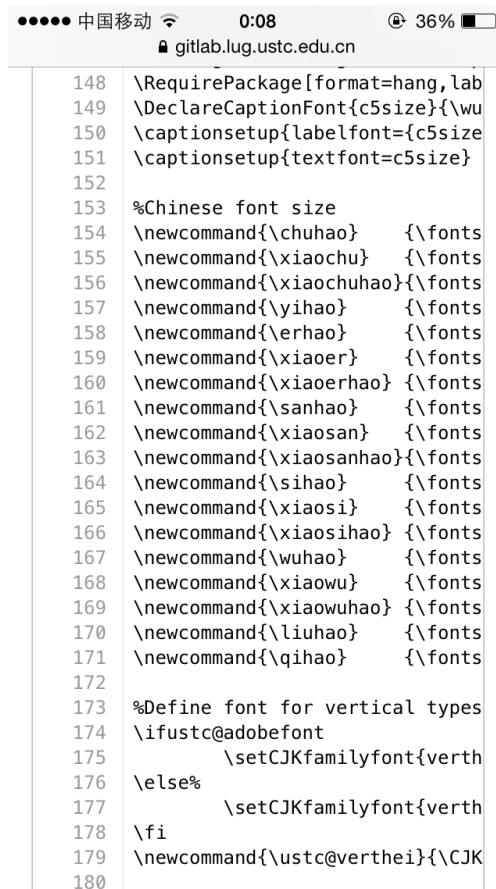


图 2.1 L^AT_EX 字号错误使用范例

在设置了图片的大小之后实际上最终的位置还是由文字结束之后可以容纳图片的空间位置所决定的。如果文档末尾空间不足以填充图片，那么排版系统会自动先将文字填充于这个部分然后再放置我们想要的图片。图片的位置时常让我们感到困惑，如果遇到图片位置的问题可以有几个思路参考：

- 更改图片大小，或者宽度。由于大多数情况下我们需要图片等比例缩放，实际上修改宽度和修改图片大小是一样的原理。
- 新增一个新的页面，容纳过多的图片。
- 合理安排图片的数量，避免做“插图大师”。科研文章都是为了内容服务的，切莫为了字数要求，页数要求而恶意灌图。

如图 (2.1) 中显示了一个错误的字号显示的方法。

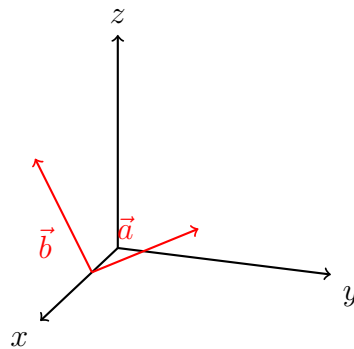


图 2.2 三维向量旋转示意

而图 (2.3) 则是用 TikZ 语言做的图片，比较清晰明了。

2.2.2 在文档中加入表格

三线表的使用，见如下代码

```
\begin{table}[thbp]
\caption{状态估计算法比较}
\begin{center}
\begin{tabular}{cccc}
\hline & 卡尔曼滤波 & 神经网络滤波 & 被动无源滤波 \\
\hline 模型类型 & 线性 & 线性 & 非线性 \\
参数调校 & 大量 & 几乎没有 & 合理
\end{tabular}
\end{center}
```

```

稳定性 & 满足全局稳定性 & 依赖于模型 & 满足子系统稳定性 \\
算法开销 & 低且可以借助硬件实现 & 高且大量依赖软件平台 & 低且可以借助硬件实现 \\
\hline
\end{tabular}
\end{center}
\label{tb:filter}
\end{table}

```

tabular后的cccc表示四个居中的行元素，llll则表示四个居左的行元素，&分割行元素，\\分割列元素，一个\hline就是一条线。

表 2.1 状态估计算法比较

	卡尔曼滤波	神经网络滤波	被动无源滤波
模型类型	线性	线性	非线性
参数调校	大量	几乎没有	合理
稳定性	满足全局稳定性	依赖于模型	满足子系统稳定性
算法开销	低且可以借助硬件实现	高且大量依赖软件平台	低且可以借助硬件实现

如果遇到表格比较复杂的情况，也不必抓耳挠腮，可以使用诸如在线表格编辑器之类的小工具帮助我们完成工作。

2.3 数学公式

美观简洁的数学公式是 \LaTeX 中的一大特点，按照数学公式的类型可以分为标号公式和不标号公式两者。不标号公式有有行内公式和行间公式的两种类型分别类似于，行内公式 $e^{i\pi} + 1 = 0$ 和

$$\frac{d\vec{G}}{dt} = \dot{G}_x \vec{i} + \dot{G}_y \vec{j} + \dot{G}_z \vec{k} + G_x \dot{\vec{i}} + G_y \dot{\vec{j}} + G_z \dot{\vec{k}}$$

，分别使用美元符号和方括号命令来表示。通常在学术论文中正文里的重要公式需要编号，编号的公式类型主要有equation,align,split,eqnarray 等类型，能够实现等式，方程组，跨行公式的显示。具体的使用方式见2.3.1

2.3.1 一个简单的例子

船舶运动中所涉及的力和速度都可以理解为矢量，按照矢量旋转的方法可以对于坐标系进行转化。

引理 1. 存在一个旋转矩阵使得任何两个模相同的二维向量相互转换

证明. 设定向量 $\vec{X} = (a_1, b_1), \vec{Y} = (a_2, b_2)$ 存在 J 使得 $XJ = Y$ 同时 $X = YJ^{-1}$, 其中

$$\sqrt{a_1^2 + b_1^2} = \sqrt{a_2^2 + b_2^2} = R$$

由线性方程组的解可知，当 $\text{rank}(A, Y) = \text{rank}(A) = 2$ 时线性方程组有唯一解，此时矩阵 J 定义为旋转矩阵，同时 J^{-1} 定义为逆旋转矩阵。□

定理 1. 平面旋转矩阵 J 只和两向量之间的夹角 θ 有关

证明. $a_1 = R\sin\alpha, b_1 = R\cos\alpha$. $a_2 = R\sin\beta, b_2 = R\cos\beta$ 展开 a_2 可以得到

$$a_2 = R\sin\beta = R\sin(\alpha + \theta) = R(\sin\alpha\cos\theta + \cos\alpha\sin\theta)$$

将 $\cos\alpha = \frac{a_1}{R}, \sin\alpha = \frac{b_1}{R}$ 代入可以得到

$$a_2 = a_1\cos\theta - b_1\sin\theta$$

同理

$$b_2 = a_1\sin\theta + b_1\cos\theta$$

转换为矩阵形式则为

$$\begin{bmatrix} a_2 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

最终可以得到

$$J_c = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

逆时针旋转时

$$J_{cc} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

□

定理 2. 任何两个模相同的三维向量，可以通过旋转矩阵相互转化

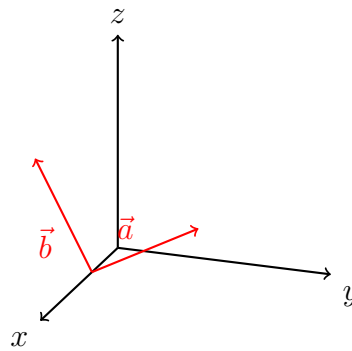


图 2.3 三维向量旋转示意

2.4 呈列代码

采用 listing 宏包可以列代码，在控制文件导演区可以更改 listing 的设置来符合 MATLAB, Python, C++ 等不同语言的需求。

```
int main(int argc, char ** argv)
{
```

```
printf("Hello□world!\n");  
return 0;  
}
```


第3章 进阶功能

3.1 文献管理

文献管理经过更新后通过自己手动来输入，主要通过百度学术上的引用。正文中效果如本处^[1]。

第 4 章 已知问题和未来发展

4.1 已知问题

本模板未采用 2013 版规范的页边距设置，因为实在是办不到 2.5CM 顶部页边距加上 2.6CM 的页眉设置啊。

本模板办到了页眉为 2.6cm，页脚为 2.4cm 的武理 (无理) 要求，就是能想到的实现办法需要在目录后增加一个空白页，这样后面的页面设置就正常了。由于 Latex 和 Word 的计算间距方式不同，本模板只实现了神似，并没有完全参透两者的转换关系。

latex 的行距计算方法不同，因此段后距本模板会大于 0.5 行，实际使用并不会很明显。

4.2 未来发展

武汉理工大学本科生论文的未来发展还是需要各位用户的参与。本模板还是依赖于 CTEX，而 CTEX 已经有些过时了。希望后来人能够更加强大吧！奥利给！希望在校的对 Latex 有兴趣的能够聚集起来，个人对模板的优化有限，团队的力量才是无限的。

4.3 官方认证

到目前为止（2020 年 7 月 16 日）没有武汉理工大学任何官方组织对于本模板的格式或者内容进行认证，这代表采用本模板进行的论文写作可能不被官方的论文系统接受。如在进行原创性（防抄袭）检测的时候，可能需要提供提供 doc 版本的论文。希望用户了解到这个潜在的风险，做好文件转换和备份的准备。本人不对任何由于使用本模板而导致的毕业论文纠纷承担任何责任！

参考文献

- [1] 刘颀羲, 陈松灿. 基于混合门单元的非平稳时间序列预测 [J]. 计算机研究与发展, 2019, 56(8): 1642-1651.
- [2] Guo J, Xie Z, Qin Y, et al. Short-Term Abnormal Passenger Flow Prediction Based on the Fusion of SVR and LSTM[J]. IEEE Access, 2019, 7 : 42946-42955.

致谢

(原曹宇学长致谢) 感谢父母为我提供的良好的衣食条件，让我有精力投入到这项没有经济回报的项目中去。感谢徐海祥老师为我定制的论文题目，这个题目让我有兴趣制作这个模板。感谢武汉理工大学博士与硕士论文作者 Hu,Weiyi，我在本模板制作的过程中参考了前辈的思路的方法。我研究过的模板还包括：上海交通大学，清华大学，哈尔滨工业大学，以及中国科技大学。其中论文引用格式 GBT7714-2005-BibTeX-Style 是上海财经大学的 Haixing Hu 作品，本模板离不开这些有益的资源的支持。同样感谢正在使用这个模板的你，相信通过你们的使用和传播，这个模板会变得越来越完善。

(新致谢) 感谢武汉理工大学本科毕业论文的作者曹宇，本人对模板进行了适当修改：包括封面、页面设置等，以符合《武汉理工大学本科生毕业设计(论文) 撰写规范和示例》。同时也感谢王啸雄同学对页眉设置的帮助。

在自己撰写论文和答辩过程中，对模板进行了进一步修改，对文献、图表进一步优化。再次感谢王啸雄同学在这期间的交流和帮助，同时，再次感谢曹宇学长对初代模板的贡献。