



硕士学位论文

低分辨率环境下的微表情识别

作者姓名: 李桂锋

指导教师: 彭进业 教授 西北大学

学位类别: 工学硕士

学科专业: 电子与通信工程

培养单位: 信息科学与技术学院

2019年6月

Micro-expression Recognition Under Low-resolution Case

**A thesis submitted to
Northwest University
in partial fulfillment of the requirements
for the degree of
Master of Engineering
in Electronics and Communication Engineering
By
Li Guifeng
Supervisor: Peng Jinye Professor**

June 2019

西北大学学位论文知识产权声明书

本人完全了解西北大学关于收集、保存、使用学位论文的规定。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版。本人允许论文被查阅和借阅。本人授权西北大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，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。同时授权中国科学技术信息研究所等机构将本学位论文收录到《中国学位论文全文数据库》或其它相关数据库。

保密论文待解密后适用本声明。

学位论文作者签名：_____ 指导教师签名：_____

年 月 日 年 月 日

西北大学学位论文独创性声明

本人声明：所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，本论文不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得西北大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

学位论文作者签名：_____

年 月 日

摘要

人脸表情在我们的社交互动中发挥着重要作用，因为它传达了丰富的信息。我们可以从一张人脸图像中阅读很多内容，但是如果没有特殊设备，我们也无法感知到这些信息。本文采用计算机视觉方法分析肉眼难以察觉的两种微妙的面部信息：微表情和心率。微表情是快速、不自主的面部表情，揭示了人们不打算表达的情感。人们很难感知微表情，因为它们太快和微妙，因此自动微表情分析是很有价值的工作，具有重大的应用前景。本文综述了微表情研究的进展，并分四部分工作进行描述。1) 我们介绍了第一个自发的微表情数据库—SMIC。缺乏数据阻碍了微表情的分析研究，因为很难收集自发的微表情。引入用于诱导和注释 SMIC 的协议以帮助未来的微表情收集。2) 引入了包括三个特征和视频放大过程的框架用于微表情识别，其优于两个微表情数据库上的其他最先进的方法。3) 描述了一种基于特征差异分析的微表情定位方法，该方法可以从自发的长视频中发现为微表情。4) 提出了一种自动微表情分析系统 (MESR)，用于发现并识别微表情。心率是我们健康和情绪状态的重要指标。传统的心率测量需要皮肤接触，不能远程应用。我们提出了一种方法，可以对抗照明变化和头部运动，并从彩色面部视频远程测量心率。我们还应用该方法来解决面部反欺骗问题。我们展示了基于脉冲的特征比传统的基于纹理的特征更能够抵抗看不见的掩模欺骗。我们还表明，所提出的基于脉冲的特征可以与其他特征相结合，以构建用于检测多种类型的攻击的级联系统。最后，我们总结了工作的贡献，并基于当前工作的局限性提出了关于微表情和心率研究的未来计划。还计划将微表情和心率（可能还有来自面部的其他微妙信号）结合起来构建用于情感状态分析的多模式系统。

微表达是一种基本的非言语行为，它能忠实地表达人类隐藏的情感。它在国家安全、计算机辅助诊断等领域有着广泛的应用，促使我们对自动微表情识别进行研究。但从监控视频中获取的图像容易出现质量问题，导致实际应用困难。由于捕获的图像质量较低，现有的算法无法达到预期的效果。为了解决这个问题，我们进行了全面的研究

关键词：微表情识别，监控视频，低分辨率，超分辨率，Fast LBP-TOP

ABSTRACT

The face plays an important role in our social interactions as it conveys rich sources of information. We can read a lot from one face image, but there is also information we cannot perceive without special devices. The thesis concerns using computer vision methodologies to analyse two kinds of subtle facial information that can hardly be perceived by naked eyes: the micro-expression (ME), and the heart rate (HR)

MEs are rapid, involuntary facial expressions which reveal emotions people do not intend to show. It is difficult for people to perceive MEs as they are too fast and subtle, thus automatic ME analysis is valuable work which may lead to important applications. In the thesis, the progresses of ME studies are reviewed, and four parts of work are described. 1) We introduce the first spontaneous ME database, the SMIC. The lacking of data is hindering ME analysis research, as it is difficult to collect spontaneous MEs. The protocol for inducing and annotating SMIC is introduced to help future ME collections. 2) A framework including three features and a video magnification process is introduced for ME recognition, which outperforms other state-of-the-art methods on two ME databases. 3) An ME spotting method based on feature difference analysis is described, which can spot MEs from spontaneous long videos. 4) An automatic ME analysis system (MESR) was proposed for firstly spotting and then recognising MEs

The HR is an important indicator of our health and emotional status. Traditional HR measurements require skin-contact which cannot be applied remotely. We propose a method which can counter for illumination changes and head motions and measure HR remotely from color facial videos. We also apply the method for solving the face anti-spoofing problem. We show that the pulse-based feature is more robust than traditional texture-based features against unseen mask spoofs. We also show that the proposed pulse-based feature can be combined with other features to build a cascade system for detecting multiple types of attacks.

At last, we summarize the contributions of the work, and propose future plans about ME and HR studies based on limitations of the current work. It is also planned to combine the ME and HR (maybe also other subtle signals from face) to build a multimodal system for affective status analysis.

Micro-expression is an essential non-verbal behavior that can faithfully express the human's hidden emotions. It has a wide range of applications in the national security and computer aided diagnosis, which encourages us to conduct the research of automatic micro-expression recognition. However, the images captured from surveillance video easily suffer from the low-quality problem, which causes the difficulty in real applications. Due to the low quality of captured images, the existing algorithms are not able to perform as well as expected. For addressing this problem, we conduct a comprehensive study about the micro-expression recognition problem under low-resolution cases with face hallucination method. The experimental results show that the proposed framework obtains promising results on micro-expression recognition under low-resolution cases.

Keywords: Micro-expression recognition, Surveillance video, Low-resolution, Super-resolution, Fast LBP-TOP

插图索引

图 1	微反应的分类	2
图 2	微反应的分类	2
图 3	Q 判据等值面图, 同时测试一下一个很长的标题, 比如这真的是一个很长很长很长很长很长很长很长很长的标题.....	10
图 4	激波圆柱作用	10
图 5	总声压级。 (a) 这是子图说明信息, (b) 这是子图说明信息, (c) 这是子图说明信息, (d) 这是子图说明信息	11
图 6	Q 判据等值面图, 同时测试一下一个很长的标题, 比如这真的是一个很长很长很长很长很长很长很长很长的标题.....	18
图 7	激波圆柱作用	18
图 8	总声压级。 (a) 这是子图说明信息, (b) 这是子图说明信息, (c) 这是子图说明信息, (d) 这是子图说明信息	19
图 9	Q 判据等值面图, 同时测试一下一个很长的标题, 比如这真的是一个很长很长很长很长很长很长很长很长的标题.....	26
图 10	激波圆柱作用	26
图 11	总声压级。 (a) 这是子图说明信息, (b) 这是子图说明信息, (c) 这是子图说明信息, (d) 这是子图说明信息	27
图 12	Q 判据等值面图, 同时测试一下一个很长的标题, 比如这真的是一个很长很长很长很长很长很长很长很长的标题。	34
图 13	激波圆柱作用。	34
图 14	总声压级。 (a) 这是子图说明信息, (b) 这是子图说明信息, (c) 这是子图说明信息, (d) 这是子图说明信息。	35

表格索引

表 1	微表情数据库比较。	5
表 2	这是一个样表	9
表 3	这是一个样表	17
表 4	这是一个样表	25
表 5	这是一个样表。	33

符号对照表

符号	符号名称
Δ	difference
∇	gradient operator
δ^\pm	upwind-biased interpolation scheme

缩略语对照表

缩略语	英文全称	中文对照
ME	Micro Expression	微表情
TIM	Time In Model	时间插值模型
BART	Brief Affect Recognition Test	微表情识别标准测验
FACS	Facial Action Coding System	面部动作编码系统
AU	Action Unit	动作单元
METT	Micro Expression Training Tool	微表情训练工具
FD	Feature Difference	特征差异
PD	Peak Detection	峰值检测
LOSO	Leave One Subject Out	留一法

目 录

摘 要	I
ABSTRACT	III
插图索引	V
表格索引	VII
符号对照表	IX
缩略语对照表	XI
第一章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 国内外研究现状	3
1.3 本文的研究内容	6
第二章 相关工作	7
2.1 先试试效果	7
2.2 文档目录简介	7
2.2.1 Thesis.tex	7
2.2.2 编译脚本	7
2.2.3 Tmp 文件夹	8
2.2.4 Style 文件夹	8
2.2.5 Tex 文件夹	8
2.2.6 Img 文件夹	9
2.2.7 Biblio 文件夹	9
2.3 数学公式、图表、参考文献等功能	9
2.3.1 数学公式	9
2.3.2 表格	9
2.3.3 图片插入	10
2.3.4 算法	10
2.3.5 参考文献引用	10
2.4 常见使用问题	13
第三章 个人研究	15
3.1 先试试效果	15
3.2 文档目录简介	15
3.2.1 Thesis.tex	15
3.2.2 编译脚本	15

3.2.3 Tmp 文件夹	16
3.2.4 Style 文件夹	16
3.2.5 Tex 文件夹	16
3.2.6 Img 文件夹	17
3.2.7 Biblio 文件夹	17
3.3 数学公式、图表、参考文献等功能	17
3.3.1 数学公式	17
3.3.2 表格	17
3.3.3 图片插入	18
3.3.4 算法	18
3.3.5 参考文献引用	18
3.4 常见使用问题	21
第四章 系统设计	23
4.1 先试试效果	23
4.2 文档目录简介	23
4.2.1 Thesis.tex	23
4.2.2 编译脚本	23
4.2.3 Tmp 文件夹	24
4.2.4 Style 文件夹	24
4.2.5 Tex 文件夹	24
4.2.6 Img 文件夹	25
4.2.7 Biblio 文件夹	25
4.3 数学公式、图表、参考文献等功能	25
4.3.1 数学公式	25
4.3.2 表格	25
4.3.3 图片插入	26
4.3.4 算法	26
4.3.5 参考文献引用	26
4.4 常见使用问题	29
第五章 总结与展望	31
5.1 先试试效果	31
5.2 文档目录简介	31
5.2.1 Thesis.tex	31
5.2.2 编译脚本	31
5.2.3 Tmp 文件夹	32

5.2.4	Style 文件夹	32
5.2.5	Tex 文件夹	32
5.2.6	Img 文件夹	33
5.2.7	Biblio 文件夹	33
5.3	数学公式、图表、参考文献等功能	33
5.3.1	数学公式	33
5.3.2	表格	33
5.3.3	图片插入	34
5.3.4	算法	34
5.3.5	参考文献引用	34
5.4	常见使用问题	37
附录 A	附录	39
A.1	论文无附录者无需附录部分	39
A.2	测试公式编号	39
A.3	测试生僻字	39
参考文献	41	
攻读博士/硕士学位期间取得的科研成果	45	
作者简介	47	

第一章 绪论

文章主要阐述微表情识别研究的意义，国内外对微表情识别相关的研究以及发展趋势，最后概述了文章的内容和结构分配。

1.1 研究背景与意义

我们人类是优秀的人脸识别专家，我们已经习惯甚至并没有意识到这一点。与其他类型的物种相比，我们人类为应对复杂的社交交互，我们的大脑已经为识别脸部信息开发了特殊的功能模块，以便我们更好地从人脸中获取更丰富的信息。

人脸是丰富的视觉信息的来源之处，我们可以从人脸中读取很多信息。如果是著名人士，我们可以立即认出他或她；如果是陌生人，我们可以对这个人的性别、年龄、种族等做出基本正确的猜测，同时如果该人脸存在表情，我们也可以大致感知他或她的情绪状态。然而尽管我们是人脸识别专家，但这并不意味着我们已经解析出了全部的人脸信息，因为仍然存在部分无法用肉眼读取的人脸信息。神经学家保罗·麦克林（Paul Donald MacLean）于上世纪五十年代提出了“大脑三位一体”理论（The Triune Brain），他认为人类颅腔内的脑并非只有一个，而是三个，这三个脑作为人类进化不同阶段的产物，按照出现顺序依次覆盖在已有的脑层之上，如同考古遗址一样^[13]。根据在进化史上出现的先后顺序，他将人脑分成“爬行动物脑”（Reptilian brain），“古哺乳动物脑”（Paleomammalian Brain）和“新哺乳动物脑”（Neomammalian Brain）三大部分，它们分别对应人脑的脑干（Archipallium）、边缘系统（Limbic System）和新皮质（Neocortex），它们共同控制着人类的身体行为。新皮质被称作“爱说谎的大脑”，经常会因为当事人的某种需要而出现说谎的现象。语言等由新皮质大脑控制的行为是不可信的，说谎的嫌疑很大，想要得知对方内心的真实感受，就必须观察对方边缘系统所控制的表情或肢体动作。边缘系统是控制人体情感的中心，管理着人类的非语言行为表达，是分析身体语言的重点。它最大的特点是，会让人产生不加思索的本能反应，反映出一个人最真实的一面，很难被控制和掩饰。比如，听到闹轰轰的电钻声你会捂住耳朵，手被烫了会马上缩回来。所以边缘系统的行为是诚实可信的行为，是人类的思想、感觉和意图的真实反应，也是人类生存、本能的反应，它属于微反应中的除微语言以外的非语言行为反应，它包括了微动作（Micro Action）、微表情（Micro Expression），如图所示。

美国洛杉矶大学加利福利亚分校的心理学教授艾伯特·梅拉比安（Albert Mehrabian）经过研究发现：在人类交流中，言语（谈话内容）所传递的信息量在总信息量中的份额

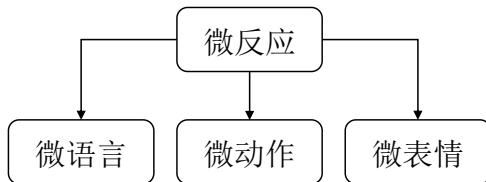


图 1 微反应的分类

只占 7%，声音（包括交谈时的语气，音调，音量）占 38%，剩下的 55% 都来自身体语言。由此可见，身体语言能比言语传达更多有价值的信息。事实上，口头语言可以有意识地被控制，所以可能存在一定的迷惑性和欺骗性。但身体语言通常是无意识的举动，人类的主观意识很难控制身体语言行为。因此，身体语言可以最直接地暴露出人们隐藏的最真实和最深层次的想法。身体语言是一种非言语行为，即通过身体的姿势，肢体的动作，面部的表情，眼神和目光来传递信息的一种沟通方式。简而言之，身体语言是由三部分构成的：表情语言，动作语言，空间语言。表情语言指的是通过面部肌肉运动和眼睛神态所传递出来的思想感情。动作语言则是指人类通过身体各个部位的动作或姿态来传递感情。空间语言主要指由个体与个体之间所保持的间距所形成的一种信息表达方式。

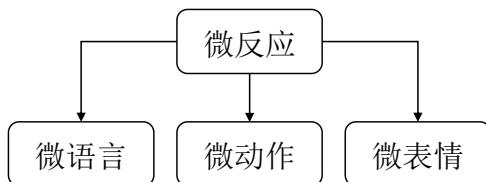


图 2 微反应的分类

与其他感官（例如听觉和嗅觉）相比，我们的视觉认知功能在我们的大脑中更加精巧地构建。然而，我们获取视觉信息的能力仍然受到生理机制的限制。超出我们感知范围的视觉变化（在空间域中太微妙或在时域中太快）将被我们的眼睛省略。我们很难从某人的脸上看到一个 ME，因为 ME 会短暂地发生，并且在它出现的闪光期间，所涉及的肌肉运动也太小而无法捕获。面部 HR 颜色的变化持续呈现在脸上，但没有人可以从脸上读出人的心率，因为颜色变化（由心脏搏动引起）对我们的眼睛来说太微妙了。但是快速和高分辨率的相机能够物理地捕捉这些微妙的视觉变化。

计算机的发明是为了帮助我们人类更好地处理信息，而人脸一直是最受欢迎的主题之一。这是一种思维方式，用于训练计算机以完成人类能够完成的任务（例如，面部检测或面部识别），并且我们训练他们更好更快地完成任务。另一方面，我们还可以训练计算机执行我们无法完成的任务，即捕获肉眼难以察觉的细微信息。我们如何训练计算机从面部视频中获取 ME 和 HR 等细微信息？这个想法导致了我论文中的所有研究工作。

微表情 (Micro-expression, ME), 心理学名词, 心理应激微反应的一部分, 是人类表达自身情感信息的重要非语言性行为。微表情从人类本能出发, 在大多数情况下, 不受思想的控制, 无法掩饰, 也不能伪装。对大部分人来说, 遇到有效刺激之后的第一瞬间也会出现微表情, 所以微表情总会不知不觉地暴露表情者的内在想法, 从而让“谎言”有迹可寻, 这是人类共有的一种特征。然而微表情总是一闪而过 (最长 1/2 s, 最短 1/25 s), 所涉及的肌肉运动强度也非常微弱, 甚至表情发出者和观察者都察觉不到, 尤其在高风险条件下微表情出现的机率更高, 被察觉的可能性也更低。

达尔文在 1872 年出版了《The Expression of Emotions in Man and Animals》, 从此拉开了人类对面部表情的系统性研究。时至今日, 人类对面部表情的研究已经非常丰富与成熟, 但主要关注的是显而易见的宏观表情 (Macro-expression), 虽然在 1966 年 Haggard 和 Isaacs 首次提出了微表情现象 (Micro-momentary Facial Expressions), 认为微表情与自我防御机制有关, 是一种被压抑的情绪, 但当时并未引起人们的普遍重视。直到三年后 (1969 年), Ekman 和 Friesen 在一篇文章中提出他们在观看一位有自杀倾向的精神病患者的视频时发现了微表情。视频中, 患者在回答医生问题时表现的很开心, 没有任何想要自杀的迹象, 但之后患者向医生承认其状况并未好转, 而且她在会谈时隐藏了自杀的计划。Ekman 和 Friesen 在逐帧慢放视频时发现了两帧和绝望有关的负面表情, 只持续了 1/12 s, Ekman 和 Friesen 将其定义为微表情, 和隐藏的情感有关, 这一发现奠定了微表情在临床辅助治疗上的重要地位。之后的几十年里 Ekman 和他的同事继续研究微表情, 并引起了越来越多学术界和商业界人士的兴趣。目前在现实社会中的很多领域都已经应用到了微表情, 比如国家安全、司法系统、政治选举、临床诊断、公共管理和教育领域等。Ekman 的畅销书《Telling Lies》及改编的热播美剧《Lie to me》以悬疑、刑侦和鉴谎的方式介绍了微表情的部分应用。

1.2 国内外研究现状

从 2005 年开始, 已经 71 岁高龄的 Ekman 开始对英国情报机构、美国中央情报局等各国机构进行微表情识别培训。他教辩护律师、健康专家、扑克选手, 甚至对配偶心怀猜疑的人识破谎言, 并且制作了网络课程。但“真相和快乐不可兼得”, Ekman 坦言自己的识谎能力影响到了日常生活。他从不试图去识破周围朋友、亲戚的微表情, “去揭露每个人的微表情, 揭穿每个人的谎言, 这只会让自己的生活痛苦万分”。但人类对于微表情的识别能力终归是有限的, 不仅要花费大量的人力和物力培训微表情识别专家, 而且准确度不高, 同时还伴有影响正常生活的风险。当通过摄像机和计算机系统对待分析者分析时, 不仅采集到的表情真实可靠 (采集中采集对象并不知情, 不存在任何

干扰)而且通过计算机算法可以发现细微的人类无法察觉的表情变化，并且已经有大量的实验证明计算机的识别能力确实高于人类。

早期研究中，研究人员注重于测量或训练个体的微表情识别能力。Ekman 和 Friesen 在 1974 年制作了第一个微表情识别标准测验 BART (Brief Affect Recognition Test)，但 BART 有着很大的不足——微表情孤立呈现，与现实生活中微表情的动态呈现方式不符，缺乏生态效度。1978 年，Ekman 发布了面部动作编码系统 (Facial Action Coding System)。在这一系统中，人脸部的肌肉有 43 块，可以组合出 1 万多种表情，其中 3000 种具有情感意义。Ekman 根据人脸解剖学特点，将其划分成若干相互独立又相互联系的运动单元 (Action Unit)。分析这些运动单元的运动特征和其所控制的主要区域以及与之相关的表情，就能得出面部表情的标准运动。为了克服 BART 的缺陷，Matsumoto 等人在 2000 年开发了更完善的微表情识别测量工具 JACBART (Japanese and Caucasian Brief Affect Recognition Test)，该测验具有很好的可信度和严密的实验过程。Ekman 等人在 2002 年根据 JACBART 开发出一个微表情识别的训练工具 METT (Micro Expression Training Tool)，该训练工具有 7 种基本情绪的微表情，包括悲伤、恐惧、愤怒、厌恶、轻蔑、惊讶和高兴，METT 被应用在多种人群和领域，且能够成功提高受训者的微表情识别能力。自动微表情识别系统也在如火如荼的发展中，研究者们已经开发出很多相关的算法，甚至在某些数据集的准确度可达 90% 以上，但这些数据集有个明显的缺点——所有的微表情均为摆拍，这一缺点有其产生的必然性，但也严重违背了微表情的定义。为了解决这一问题，国内外的研究团队相继发表了自发微表情数据库，如中科院心理所分别在 2013 年和 2014 年发布了 CASME[15] 和 CAMSE II 两个版本的数据库，后者比前者有着更高的时空分辨率和更多的数据量，但参与者全部为蒙古利亚人种，在数据的多样性上有一定的不足；芬兰奥卢大学的 CMVS 团队在 2013 年发布了 SMIC 数据库，包括 8 名高加索人种和 8 名蒙古利亚人种；英国曼彻斯特城市大学在 2017 年发布了 SAMM 数据库，是目前发表最新的数据库，包括了全部人种（蒙古利亚人种、高加索人种、尼格罗人种和大洋洲人种）和均衡的性别比（见表 1）。优秀的数据库提供了良好的实验基础，自动微表情识别系统的研究主要集中在微表情检测 (Micro-expression Spotting) 和微表情识别 (Micro-expression Recognition)。

微表情的检测指在一个视频序列中自动的检测微表情发生的起始时间间隔。在论文 [19] 中，作者以 3D 梯度描述为依据，提出了一种基于 3D 梯度投影描述检测微表情关键帧的方法，对微表情的发现提供了一定的贡献。Wu 等人提出使用 Gabor 滤波器构建一个自动的微表情识别系统，他们在 METT 训练集上达到了很高的检测性能。Shreve 等人使用基于应变的光流方法检测宏观表情 (Macro Expressions) 和微表情 (Micro Expressions)。

表 1 微表情数据库比较。

	SMIC-HS	SMIC-subHS	SMIC-NIR	SMIC-VIS	CASME II	SAMM
微表情片段	164	71	71	71	247	159
参与者	16	8	8	8	26	32
分辨率	640 × 480	640 × 480	640 × 480	640 × 480	640 × 480	2040 × 1088
人脸分辨率	190 × 230	190 × 230	190 × 230	190 × 230	280 × 340	400 × 400
FPS	100	100	100	100	200	200
性别比 (F/M)	6/10	2/6	2/6	2/6	15/11	16/16
FACS	NO	NO	NO	NO	YES	YES
表情类	3	3	3	3	5	7
平均年龄 (SD)	26.7 (N/A)	26.7 (N/A)	26.7 (N/A)	26.7 (N/A)	22.03(SD=1.6)	33.24(SD=11.32)
人种	2	2	2	2	1	4

Li 等人提出将特征差异 (Feature Difference) 比较和峰值检测 (Peak Detection) 相结合检测微表情，这种方法是第一个用于真实微表情数据库检测微表情且行之有效的方法。微表情的识别是指在一段已经被确认包含微表情的序列里将微表情分为两类或更多类表情 (如快乐、悲伤等)。Polikovsky 等人使用 3D 梯度描述符来识别 AU 标记的微表情。Wu 等人结合 Gentleboost 和支持向量机 (Support Vector Machine, SVM) 分类器来识别来自 METT 的合成微表情样本。Pfister 等人将时间插值模型、LBP-TOP (Local Binary Patterns on Three Orthogonal Planes) 特征提取和多核学习结合，是第一个基于真实的微表情数据库上提出的微表情识别方法。该方法在 SMIC 数据库的第一版上实现的识别准确度达 71.4% (两类分类)。Ruiz-Hernandez 和 Pietikäinen 使用二阶高斯射流的重新参数化来生成更鲁棒的直方图，并且在 SMIC 数据库第一版上获得了比更好的微表情识别结果。Song 等人通过从面部和身体微弱运动中学习的稀疏编码来识别情绪，他们的微表情定义更加广泛，将身体部位 (脸部除外) 的姿势包括在内。Wang 等人从张量独立色彩空间 (不是普通 RGB) 中提取 LBP-TOP 来识别微表情，其另一篇论文中将局部时空方向特征与鲁棒主成分分析 (Principal Component Analysis, PCA) 的稀疏部分相结合一起用于微表情识别，在 CASMEII 上达到了 65.4% 的准确度。Li 等人将低强度的微表情视频经过欧拉视频放大，在三个正交平面上利用不同的特征提取符提取特征对微表情进行识别。Huang 等人将人脸的形状属性与时间和空间域上的纹理信息结合组成新的特征，同时为了提高微表情的辨别力，提出基于 Laplacian 的特征选择新方法，在已发表的数据库中得到了很好的识别效果。

1.3 本文的研究内容

本文简单介绍了微表情识别的基本方法和研究现状，以及其在临床诊断、国家安全、司法系统和公共管理等重要场景下不容小觑的应用价值。然而，目前的微表情研究都是基于高质量数据集的基础上展开的，例如高分辨率、大尺寸，本文结合实际应用场景提出了一种低分辨率环境下的微表情识别方法，同时分别从传统机器学习和深度学习两个角度介绍了系统框架和识别结果。文章分为六章，内容具体安排如下：

第一章：绪论。阐述了微表情研究的背景及意义，概括了国内外最新的微表情研究现状，最后对文章的整体结构做出安排；

第二章：相关工作。简单介绍了微表情的概念和微表情数据库，总结了微表情识别在传统方法和深度学习方法的进展，阐述了低分辨率微表情的识别的意义和最新进展；

第三章：基于传统方法的低分辨率环境下微表情识别的研究。主要介绍了人脸对齐与分割，其中包括对单一目标检测中主动形状模型（Active Shape Model, ASM）准确度的算法改进，图像序列的超分辨重建，三正交平面局部二值模型 (Local Binary Patterns From Three Orthogonal Planes, LBP-TOP) 和支持向量机分类器（Support Vector Machine, SVM）；

第四章：基于深度学习的低分辨率环境下微表情识别的研究。主要介绍了伪 3D 残差网络（Pseudo-3D Residual Networks, P3D ResNet），数据增强以及实验分析；

第五章：低分辨率环境下微表情识别可视系统。通过对需求分析设计出系统的时序图和功能图，最后设计出功能完善的可视化系统；

第六章：总结与展望。总结全文的工作，分析不足和展望未来前景。

第二章 相关工作

为方便使用及更好地展示 L^AT_EX 排版的优秀特性，ucasthesia 的框架和文件体系进行了细致地处理，尽可能地对各个功能和板块进行了模块化和封装，对于初学者来说，众多的文件目录也许一开始让人觉得有些无所适从，但阅读完下面的使用说明后，会发现原来使用思路是简单而清晰的，而且，当对 L^AT_EX 有一定的认识和了解后，会发现其相对 Word 类排版系统极具吸引力的优秀特性。所以，如果是初学者，请不要退缩，请稍加尝试和坚持，以领略到 L^AT_EX 的非凡魅力，并可以通过阅读相关资料如 L^AT_EX Wikibook^[34] 来完善自己的使用知识。

2.1 先试试效果

1. 安装软件：根据所用操作系统和章节 1.2 中的信息安装 L^AT_EX 编译环境。
2. 获取模板：下载 ucasthesia 模板并解压。ucasthesia 模板不仅提供了相应的类文件，同时也提供了包括参考文献等在内的完成学位论文的一切要素，所以，下载时，推荐下载整个 ucasthesia 文件夹，而不是单独的文档类。
3. 编译模板：
 - (a) Windows：双击运行 artratex.bat 脚本。
 - (b) Linux 或 MacOS：terminal -> chmod +x ./artratex.sh -> ./artratex.sh xa
 - (c) 任意系统：都可使用 L^AT_EX 编辑器打开 Thesis.tex 文件并选择 xelatex 编译引擎进行编译。
4. 错误处理：若编译中遇到了问题，请先查看“常见问题”（章节 5.4）。

编译完成即可获得本 PDF 说明文档。而这也完成了学习使用 ucasthesia 撰写论文的一半进程。什么？这就学成一半了，这么简单??，是的，就这么简单！

2.2 文档目录简介

2.2.1 Thesis.tex

Thesis.tex 为主文档，其设计和规划了论文的整体框架，通过对其的阅读可以了解整个论文框架的搭建。

2.2.2 编译脚本

- Windows：双击 Dos 脚本 artratex.bat 可得全编译后的 PDF 文档，其存在是为了帮助不了解 L^AT_EX 编译过程的初学者跨过编译这第一道坎，请勿通过邮件传播和接收此脚

本，以防范 Dos 脚本的潜在风险。

- Linux 或 MacOS: 在 terminal 中运行
 - ./artratex.sh xa: 获得全编译后的 PDF 文档
 - ./artratex.sh x: 快速编译模式
- 全编译指运行 `xelatex+bibtex+xelatex+xelatex` 以正确生成所有的引用链接，如目录，参考文献及引用等。在写作过程中若无添加新的引用，则可用快速编译，即只运行一遍 LATEX 编译引擎以减少编译时间。

2.2.3 Tmp 文件夹

运行编译脚本后，编译所生成的文档皆存于 Tmp 文件夹内，包括编译得到的 PDF 文档，其存在是为了保持工作空间的整洁，因为好的心情是很重要的。

2.2.4 Style 文件夹

包含 `ucasthesis` 文档类的定义文件和配置文件，通过对它们的修改可以实现特定的模版设定。若需更新模板，一般只需用新的样式文件替换旧的即可。

1. `ucasthesist.cls`: 文档类定义文件，论文的最核心的格式即通过它来定义的。
2. `ucasthesist.cfg`: 文档类配置文件，设定如目录显示为“目录”而非“目录”。
3. `artratex.sty`: 常用宏包及文档设定，如参考文献样式、文献引用样式、页眉页脚设定等。这些功能具有开关选项，常只需在 `Thesis.tex` 中的如下命令中进行启用即可，一般无需修改 `artratex.sty` 本身。

```
\usepackage [options] {artratex}
```

4. `artracom.sty`: 自定义命令以及添加宏包的推荐放置位置。

2.2.5 Tex 文件夹

文件夹内为论文的所有实体内容，正常情况下，这也是使用 `ucasthesist` 撰写学文论文时，主要关注和修改的一个位置，注：所有文件都必须采用 UTF-8 编码，否则编译后将出现乱码文本，详细分类介绍如下：

- `Frontpage.tex`: 为论文中英文封面及中英文摘要。论文封面会根据英文学位名称如 **Bachelor**, **Master**, 或是 **Doctor** 自动切换为相应的格式。
- `Mainmatter.tex`: 索引需要出现的 Chapter。开始写论文时，可以只索引当前章节，以快速编译查看，当论文完成后，再对所有章节进行索引即可。
- `Chap_xxx.tex`: 为论文主体的各个章节，可根据需要添加和撰写。
- `Appendix.tex`: 为附录内容
- `Backmatter.tex`: 为发表文章信息和致谢部分等。

2.2.6 Img 文件夹

用于放置论文中所需要的图类文件,支持格式有:.jpg,.png,.pdf。其中,ucas_logo.pdf为国科大校徽。不建议为各章节图片建子目录,即使图片众多,若命名规则合理,图片查询亦是十分方便。

2.2.7 Biblio 文件夹

1. ref.bib: 参考文献信息库。
2. gbt7714-xxx bst: 符合国标的文献样式定义文件。由 zepinglee 开发,并满足最新国标要求。与文献样式有关的问题,请查阅开发者所提供的文档,并建议适当追踪其更新。

2.3 数学公式、图表、参考文献等功能

2.3.1 数学公式

比如 Navier-Stokes 方程:

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0 & \text{times font test} \\ \frac{\partial(\rho \mathbf{V})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V} \mathbf{V}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} & \text{times font test} \\ \frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho E \mathbf{V}) = \nabla \cdot (k \nabla T) + \nabla \cdot (\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{V}) \end{cases} \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} u \, d\Omega + \int_S \mathbf{n} \cdot (u \mathbf{V}) \, dS = \dot{\phi} \quad (2.2)$$

数学公式常用命令请见 WiKibook Mathematics。artracom.sty 中对一些常用数据类型如矢量矩阵等进行了封装,这样的好处是如有一天需要修改矢量的显示形式,只需单独修改 artracom.sty 中的矢量定义即可实现全文档的修改。

2.3.2 表格

请见表 5。制表的更多范例,请见 WiKibook Tables。

表 2 这是一个样表

Row number	This is a multicolumn							
Row 1	1	2	4	5	6	7	8	
Row 2	1	2	4	5	6	7	8	
Row 3	1	2	4	5	6	7	8	
Row 4	1	2	4	5	6	7	8	

2.3.3 图片插入

论文中图片的插入通常分为单图和多图，下面分别加以介绍：

单图插入：假设插入名为`tc_q_criteria`（后缀可以为`.jpg`、`.png`、`.pdf`，下同）的图片，其效果如图12。

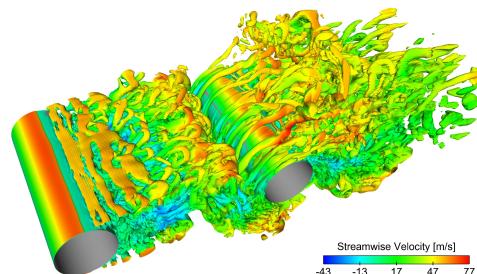


图3 Q判据等值面图，同时测试一下一个很长的标题，比如这真的是一个很长很长很长很长很长很长很长很长的标题

如果插图的空白区域过大，以图片`shock_cyn`为例，自动裁剪如图13。

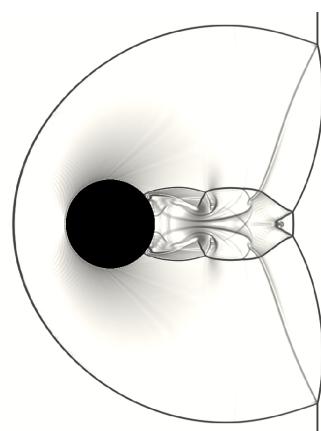


图4 激波圆柱作用

多图的插入如图14，多图不应在子图中给文本子标题，只要给序号，并在主标题中进行引用说明。

2.3.4 算法

如见算法4，详细使用方法请参见文档`algorithmicx`。

2.3.5 参考文献引用

参考文献引用过程以实例进行介绍，假设需要引用名为”Document Preparation System”的文献，步骤如下：

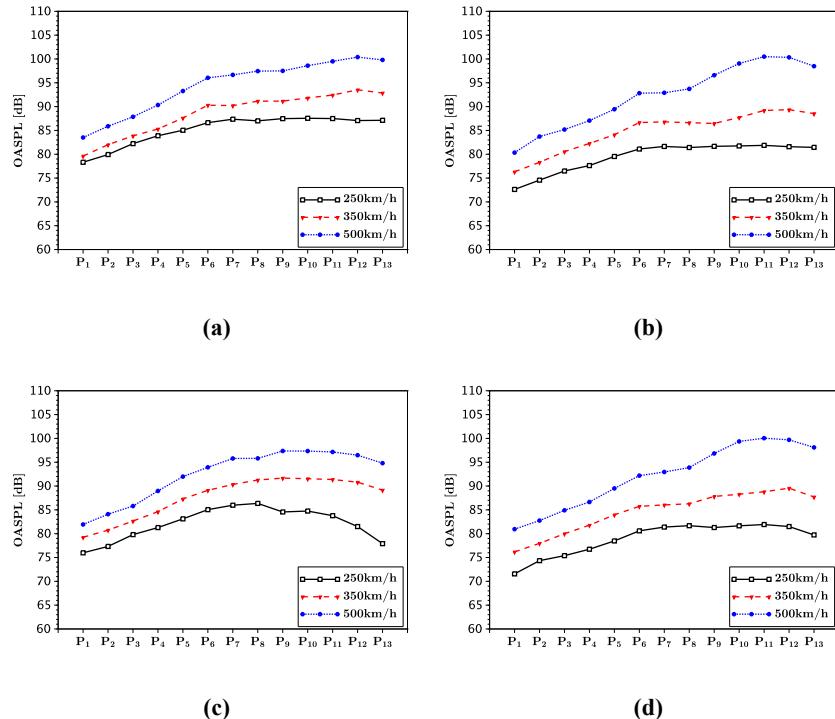


图 5 总声压级。 (a) 这是子图说明信息, (b) 这是子图说明信息, (c) 这是子图说明信息, (d) 这是子图说明信息

Algorithm 1 Euclid's algorithm

```

1: procedure EUCLID( $a, b$ ) ▷ The g.c.d. of a and b
2:    $r \leftarrow a \bmod b$ 
3:   while  $r \neq 0$  do ▷ We have the answer if r is 0
4:      $a \leftarrow b$ 
5:      $b \leftarrow r$ 
6:      $r \leftarrow a \bmod b$ 
7:   end while
8:   return  $b$  ▷ The gcd is b
9: end procedure

```

1) 使用 Google Scholar 搜索 Document Preparation System, 在目标条目下点击 Cite, 展开后选择 Import into BibTeX 打开此文章的 BibTeX 索引信息, 将它们 copy 添加到 ref.bib 文件中 (此文件位于 Biblio 文件夹下)。

2) 索引第一行 @article{lamport1986document, 中 lamport1986document 即为此文献的 label (中文文献也必须使用英文 label, 一般遵照: 姓氏拼音 + 年份 + 标题第一字拼音的格式), 想要在论文中索引此文献, 有两种索引类型:

文本类型: \citet{lamport1986document}。正如此处所示 Lampert^[14];

括号类型: \citep{lamport1986document}。正如此处所示^[14]。

多文献索引用英文逗号隔开:

\citep{lamport1986document, chu2004tushu, chen2005zhulu}。正如此处所示^[1,3,14]

更多例子如:

Walls et al.^[28] 根据... 的研究, 首次提出...。其中关于...^[28], 是当前中国... 得到迅速发展的研究领域^[2]。引用同一著者在同一年份出版的多篇文献时, 在出版年份之后用英文小写字母区别, 如:^[6? ?]。同一处引用多篇文献时, 按出版年份由近及远依次标注, 中间用分号分开。例如^[2,4,5,27]。

使用著者-出版年制 (authoryear) 式参考文献样式时, 中文文献必须在 BibTeX 索引信息的 key 域 (请参考 ref.bib 文件) 填写作者姓名的拼音, 才能使得文献列表按照拼音排序。参考文献表中的条目 (不排序号), 先按语种分类排列, 语种顺序是: 中文、日文、英文、俄文、其他文种。然后, 中文按汉语拼音字母顺序排列, 日文按第一著者的姓氏笔画排序, 西文和俄文按第一著者姓氏首字母顺序排列。如中^[5]、日^[7]、英^[27]、俄^[39]。

如此, 即完成了文献的索引, 请查看下本文档的参考文献一章, 看看是不是就是这么简单呢? 是的, 就是这么简单!

不同文献样式和引用样式, 如著者-出版年制 (authoryear)、顺序编码制 (numbers)、上标顺序编码制 (super) 可在 Thesis.tex 中对 artratex.sty 调用实现, 如:

- \usepackage[numbers]{artratex} % 文本: Jones [1]; 括号: [1]
- \usepackage[super]{artratex} % 文本: Jones 上标 [1]; 括号: 上标 [1]
- \usepackage[authoryear]{artratex} % 文本: Jones (1995); 括号: (Jones, 1995)
- \usepackage[alpha]{artratex} % 文本: 不可用; 括号: [Jon95]

当前文档的默认参考文献样式为 **authoryear**。若在上标 (**super**) 模式下, 希望在特定位置将上标改为嵌入式标, 可使用

文本类型: \citetns{lamport1986document, chen2005zhulu}。

正如此处所示陈浩元^[1], Lampert^[14]

括号类型: \citet{lamport1986document, chen2005zhulu}。

正如此处所示 [1, 14]

参考文献索引更为详细的信息, 请见 zepinglee 和 WiKibook Bibliography。

2.4 常见使用问题

1. 模板每次发布前, 都已在 Windows, Linux, MacOS 系统上测试通过。下载模板后, 若编译出现错误, 则请见 ucastthesis 和 L^AT_EX 知识小站的编译指南。

2. 模板文档的编码为 UTF-8 编码。所有文件都必须采用 UTF-8 编码, 否则编译后生成的文档将出现乱码文本。若出现文本编辑器无法打开文档或打开文档乱码的问题, 请检查编辑器对 UTF-8 编码的支持。如果使用 WinEdt 作为文本编辑器 (不推荐使用), 应在其 Options -> Preferences -> wrapping 选项卡下将两种 Wrapping Modes 中的内容:

TeX;HTML;ANSI;ASCII|DTX...

修改为: TeX;UTF-8|ACP;HTML;ANSI;ASCII|DTX...

同时, 取消 Options -> Preferences -> Unicode 中的 Enable ANSI Format。

3. 推荐选择 xelatex 或 lualatex 编译引擎编译中文文档。编译脚本的默认设定为 xelatex 编译引擎。你也可以选择不使用脚本编译, 如直接使用 L^AT_EX 文本编辑器编译。注: L^AT_EX 文本编辑器编译的默认设定为 pdflatex 编译引擎, 若选择 xelatex 或 lualatex 编译引擎, 请进入下拉菜单选择。为正确生成引用链接, 需要进行全编译。

4. Texmaker 使用简介

(a) 使用 Texmaker “打开 (Open)” Thesis.tex。

(b) 菜单“选项 (Options)”->“设置当前文档为主文档 (Define as Master Document)”

(c) 菜单“自定义 (User)”->“自定义命令 (User Commands)”->“编辑自定义命令 (Edit User Commands)”->左侧选择“command 1”, 右侧“菜单项 (Menu Item)”填入 Auto Build -> 点击下方“向导 (Wizard)”->“添加 (Add)” : xelatex + bibtex + xelatex + xelatex + pdf viewer -> 点击“完成 (OK)”

(d) 使用 Auto Build 编译带有未生成引用链接的源文件, 可以仅使用 xelatex 编译带有已经正确生成引用链接的源文件。

(e) 编译完成, “查看 (View)” PDF, 在 PDF 中“ctrl+click”可链接到相对应的源文件。

5. 模版的设计可能地考虑了适应性。致谢等所有条目都是通过最为通用的

\chapter{item name} and \section*{item name}

来显式实现的 (请观察 Backmatter.tex), 从而可以随意添加, 放置, 和修改, 如同一般章节。对于图表目录名称则可在 ucastthesis.cfg 中进行修改。

6. 设置文档样式: 在 artratex.sty 中搜索关键字定位相应命令, 然后修改

(a) 正文行距: 启用和设置 \linespread{1.5}, 默认 1.5 倍行距。

(b) 参考文献行距: 修改 \setlength{\bibsep}{0.0ex}

(c) 目录显示级数：修改 `\setcounter{tocdepth}{2}`

(d) 文档超链接的颜色及其显示：修改 `\hypersetup`

7. 文档内字体切换方法：

- 宋体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗宋体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 黑体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗黑体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 仿宋：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗仿宋：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 楷体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗楷体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**

8. 封面下划线上的文本不居中下划线，这是因为下划线前面还有字头，导致文本只能在页面居中和在下划线上居中二选一。当前封面采取页面居中。如需要调整文本在下划线上的位置，可用 `\hspace{+/- n.0em}` 命令来插入或删除 n 个空格，进行手动调整，比如

`\advisor{\hspace{+3.0em} xxx~研究员~xxx单位}`

有时下划线看上去粗细不一致，这是显示的问题，打印正常。

第三章 个人研究

为方便使用及更好地展示 L^AT_EX 排版的优秀特性，ucasthesia 的框架和文件体系进行了细致地处理，尽可能地对各个功能和板块进行了模块化和封装，对于初学者来说，众多的文件目录也许一开始让人觉得有些无所适从，但阅读完下面的使用说明后，会发现原来使用思路是简单而清晰的，而且，当对 L^AT_EX 有一定的认识和了解后，会发现其相对 Word 类排版系统极具吸引力的优秀特性。所以，如果是初学者，请不要退缩，请稍加尝试和坚持，以领略到 L^AT_EX 的非凡魅力，并可以通过阅读相关资料如 L^AT_EX Wikibook^[34] 来完善自己的使用知识。

3.1 先试试效果

1. 安装软件：根据所用操作系统和章节 1.2 中的信息安装 L^AT_EX 编译环境。
2. 获取模板：下载 ucasthesia 模板并解压。ucasthesia 模板不仅提供了相应的类文件，同时也提供了包括参考文献等在内的完成学位论文的一切要素，所以，下载时，推荐下载整个 ucasthesia 文件夹，而不是单独的文档类。
3. 编译模板：
 - (a) Windows：双击运行 artratex.bat 脚本。
 - (b) Linux 或 MacOS：terminal -> chmod +x ./artratex.sh -> ./artratex.sh xa
 - (c) 任意系统：都可使用 L^AT_EX 编辑器打开 Thesis.tex 文件并选择 xelatex 编译引擎进行编译。
4. 错误处理：若编译中遇到了问题，请先查看“常见问题”（章节 5.4）。

编译完成即可获得本 PDF 说明文档。而这也完成了学习使用 ucasthesia 撰写论文的一半进程。什么？这就学成一半了，这么简单??，是的，就这么简单！

3.2 文档目录简介

3.2.1 Thesis.tex

Thesis.tex 为主文档，其设计和规划了论文的整体框架，通过对其的阅读可以了解整个论文框架的搭建。

3.2.2 编译脚本

- Windows：双击 Dos 脚本 artratex.bat 可得全编译后的 PDF 文档，其存在是为了帮助不了解 L^AT_EX 编译过程的初学者跨过编译这第一道坎，请勿通过邮件传播和接收此脚

本，以防范 Dos 脚本的潜在风险。

- Linux 或 MacOS: 在 terminal 中运行
 - ./artratex.sh xa: 获得全编译后的 PDF 文档
 - ./artratex.sh x: 快速编译模式
- 全编译指运行 `xelatex+bibtex+xelatex+xelatex` 以正确生成所有的引用链接，如目录，参考文献及引用等。在写作过程中若无添加新的引用，则可用快速编译，即只运行一遍 LATEX 编译引擎以减少编译时间。

3.2.3 Tmp 文件夹

运行编译脚本后，编译所生成的文档皆存于 Tmp 文件夹内，包括编译得到的 PDF 文档，其存在是为了保持工作空间的整洁，因为好的心情是很重要的。

3.2.4 Style 文件夹

包含 `ucasthesis` 文档类的定义文件和配置文件，通过对它们的修改可以实现特定的模版设定。若需更新模板，一般只需用新的样式文件替换旧的即可。

1. `ucasthesist.cls`: 文档类定义文件，论文的最核心的格式即通过它来定义的。
2. `ucasthesist.cfg`: 文档类配置文件，设定如目录显示为“目录”而非“目录”。
3. `artratex.sty`: 常用宏包及文档设定，如参考文献样式、文献引用样式、页眉页脚设定等。这些功能具有开关选项，常只需在 `Thesis.tex` 中的如下命令中进行启用即可，一般无需修改 `artratex.sty` 本身。

```
\usepackage [options] {artratex}
```

4. `artracom.sty`: 自定义命令以及添加宏包的推荐放置位置。

3.2.5 Tex 文件夹

文件夹内为论文的所有实体内容，正常情况下，这也是使用 `ucasthesist` 撰写学文论文时，主要关注和修改的一个位置，注：所有文件都必须采用 UTF-8 编码，否则编译后将出现乱码文本，详细分类介绍如下：

- `Frontpage.tex`: 为论文中英文封面及中英文摘要。论文封面会根据英文学位名称如 **Bachelor**, **Master**, 或是 **Doctor** 自动切换为相应的格式。
- `Mainmatter.tex`: 索引需要出现的 Chapter。开始写论文时，可以只索引当前章节，以快速编译查看，当论文完成后，再对所有章节进行索引即可。
- `Chap_xxx.tex`: 为论文主体的各个章节，可根据需要添加和撰写。
- `Appendix.tex`: 为附录内容
- `Backmatter.tex`: 为发表文章信息和致谢部分等。

3.2.6 Img 文件夹

用于放置论文中所需要的图类文件,支持格式有:.jpg,.png,.pdf。其中,ucas_logo.pdf为国科大校徽。不建议为各章节图片建子目录,即使图片众多,若命名规则合理,图片查询亦是十分方便。

3.2.7 Biblio 文件夹

1. ref.bib: 参考文献信息库。
2. gbt7714-xxx bst: 符合国标的文献样式定义文件。由 zepinglee 开发,并满足最新国标要求。与文献样式有关的问题,请查阅开发者所提供的文档,并建议适当追踪其更新。

3.3 数学公式、图表、参考文献等功能

3.3.1 数学公式

比如 Navier-Stokes 方程:

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0 & \text{times font test} \\ \frac{\partial(\rho \mathbf{V})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V} \mathbf{V}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} & \text{times font test} \\ \frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho E \mathbf{V}) = \nabla \cdot (k \nabla T) + \nabla \cdot (\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{V}) \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} u \, d\Omega + \int_S \mathbf{n} \cdot (u \mathbf{V}) \, dS = \dot{\phi} \quad (3.2)$$

数学公式常用命令请见 WiKibook Mathematics。artracom.sty 中对一些常用数据类型如矢量矩阵等进行了封装,这样的好处是如有一天需要修改矢量的显示形式,只需单独修改 artracom.sty 中的矢量定义即可实现全文档的修改。

3.3.2 表格

请见表 5。制表的更多范例,请见 WiKibook Tables。

表 3 这是一个样表

Row number	This is a multicolumn							
Row 1	1	2	4	5	6	7	8	
Row 2	1	2	4	5	6	7	8	
Row 3	1	2	4	5	6	7	8	
Row 4	1	2	4	5	6	7	8	

3.3.3 图片插入

论文中图片的插入通常分为单图和多图，下面分别加以介绍：

单图插入：假设插入名为`tc_q_criteria`（后缀可以为`.jpg`、`.png`、`.pdf`，下同）的图片，其效果如图12。

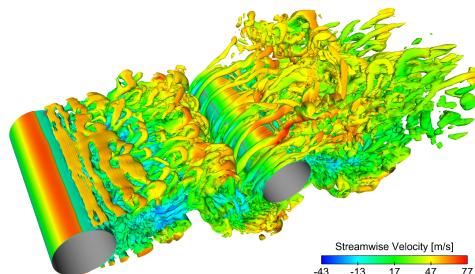


图 6 Q 判据等值面图，同时测试一下一个很长的标题，比如这真的是一个很长很长很长很长很长很长很长很长的标题

如果插图的空白区域过大，以图片`shock_cyn`为例，自动裁剪如图13。

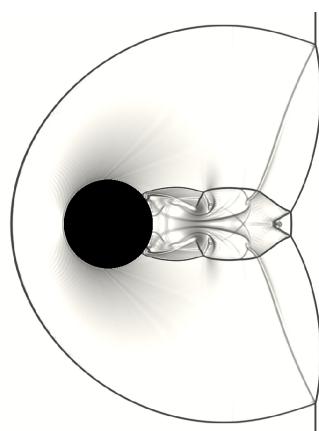


图 7 激波圆柱作用

多图的插入如图14，多图不应在子图中给文本子标题，只要给序号，并在主标题中进行引用说明。

3.3.4 算法

如见算法 4，详细使用方法请参见文档 `algorithmicx`。

3.3.5 参考文献引用

参考文献引用过程以实例进行介绍，假设需要引用名为”Document Preparation System”的文献，步骤如下：

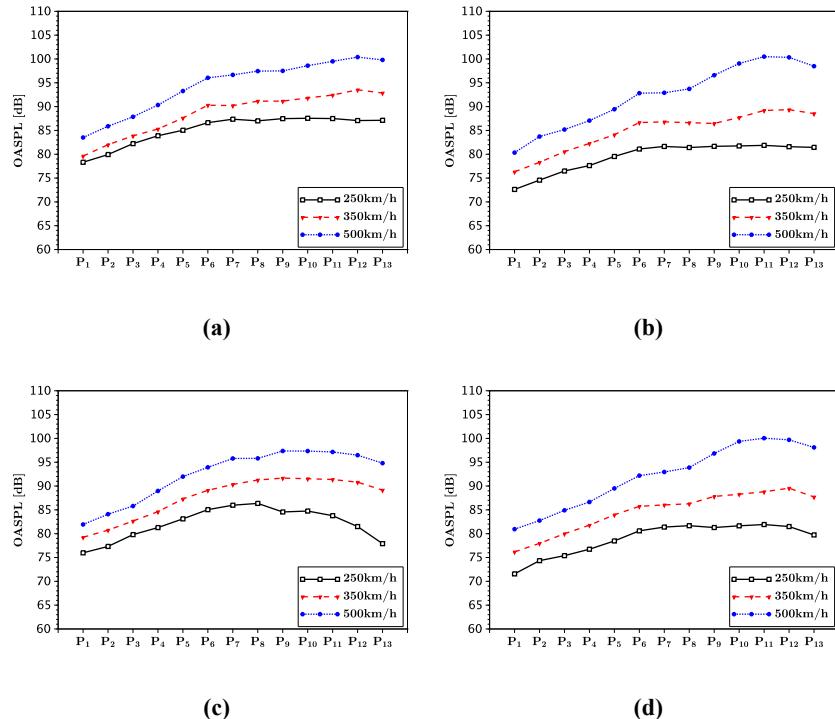


图 8 总声压级。 (a) 这是子图说明信息, (b) 这是子图说明信息, (c) 这是子图说明信息, (d) 这是子图说明信息

Algorithm 2 Euclid's algorithm

```

1: procedure EUCLID( $a, b$ ) ▷ The g.c.d. of a and b
2:    $r \leftarrow a \bmod b$ 
3:   while  $r \neq 0$  do ▷ We have the answer if r is 0
4:      $a \leftarrow b$ 
5:      $b \leftarrow r$ 
6:      $r \leftarrow a \bmod b$ 
7:   end while
8:   return  $b$  ▷ The gcd is b
9: end procedure

```

1) 使用 Google Scholar 搜索 Document Preparation System, 在目标条目下点击 Cite, 展开后选择 Import into BibTeX 打开此文章的 BibTeX 索引信息, 将它们 copy 添加到 ref.bib 文件中 (此文件位于 Biblio 文件夹下)。

2) 索引第一行 @article{lamport1986document, 中 lamport1986document 即为此文献的 label (中文文献也必须使用英文 label, 一般遵照: 姓氏拼音 + 年份 + 标题第一字拼音的格式), 想要在论文中索引此文献, 有两种索引类型:

文本类型: \citet{lamport1986document}。正如此处所示 Lampert^[14];

括号类型: \citep{lamport1986document}。正如此处所示^[14]。

多文献索引用英文逗号隔开:

\citep{lamport1986document, chu2004tushu, chen2005zhulu}。正如此处所示^[1,3,14]

更多例子如:

Walls et al.^[28] 根据... 的研究, 首次提出...。其中关于...^[28], 是当前中国... 得到迅速发展的研究领域^[2]。引用同一著者在同一年份出版的多篇文献时, 在出版年份之后用英文小写字母区别, 如:^[6? ?]。同一处引用多篇文献时, 按出版年份由近及远依次标注, 中间用分号分开。例如^[2,4,5,27]。

使用著者-出版年制 (authoryear) 式参考文献样式时, 中文文献必须在 BibTeX 索引信息的 key 域 (请参考 ref.bib 文件) 填写作者姓名的拼音, 才能使得文献列表按照拼音排序。参考文献表中的条目 (不排序号), 先按语种分类排列, 语种顺序是: 中文、日文、英文、俄文、其他文种。然后, 中文按汉语拼音字母顺序排列, 日文按第一著者的姓氏笔画排序, 西文和俄文按第一著者姓氏首字母顺序排列。如中^[5]、日^[7]、英^[27]、俄^[39]。

如此, 即完成了文献的索引, 请查看下本文档的参考文献一章, 看看是不是就是这么简单呢? 是的, 就是这么简单!

不同文献样式和引用样式, 如著者-出版年制 (authoryear)、顺序编码制 (numbers)、上标顺序编码制 (super) 可在 Thesis.tex 中对 artratex.sty 调用实现, 如:

- \usepackage[numbers]{artratex} % 文本: Jones [1]; 括号: [1]
- \usepackage[super]{artratex} % 文本: Jones 上标 [1]; 括号: 上标 [1]
- \usepackage[authoryear]{artratex} % 文本: Jones (1995); 括号: (Jones, 1995)
- \usepackage[alpha]{artratex} % 文本: 不可用; 括号: [Jon95]

当前文档的默认参考文献样式为 **authoryear**。若在上标 (**super**) 模式下, 希望在特定位置将上标改为嵌入式标, 可使用

文本类型: \citetns{lamport1986document, chen2005zhulu}。

正如此处所示陈浩元^[1], Lampert^[14]

括号类型: \citet{lamport1986document, chen2005zhulu}。

正如此处所示 [1, 14]

参考文献索引更为详细的信息, 请见 zepinglee 和 WiKibook Bibliography。

3.4 常见使用问题

1. 模板每次发布前, 都已在 Windows, Linux, MacOS 系统上测试通过。下载模板后, 若编译出现错误, 则请见 ucastthesis 和 L^AT_EX 知识小站的编译指南。

2. 模板文档的编码为 UTF-8 编码。所有文件都必须采用 UTF-8 编码, 否则编译后生成的文档将出现乱码文本。若出现文本编辑器无法打开文档或打开文档乱码的问题, 请检查编辑器对 UTF-8 编码的支持。如果使用 WinEdt 作为文本编辑器 (不推荐使用), 应在其 Options -> Preferences -> wrapping 选项卡下将两种 Wrapping Modes 中的内容:

TeX;HTML;ANSI;ASCII|DTX...

修改为: TeX;UTF-8|ACP;HTML;ANSI;ASCII|DTX...

同时, 取消 Options -> Preferences -> Unicode 中的 Enable ANSI Format。

3. 推荐选择 xelatex 或 lualatex 编译引擎编译中文文档。编译脚本的默认设定为 xelatex 编译引擎。你也可以选择不使用脚本编译, 如直接使用 L^AT_EX 文本编辑器编译。注: L^AT_EX 文本编辑器编译的默认设定为 pdflatex 编译引擎, 若选择 xelatex 或 lualatex 编译引擎, 请进入下拉菜单选择。为正确生成引用链接, 需要进行全编译。

4. Texmaker 使用简介

(a) 使用 Texmaker “打开 (Open)” Thesis.tex。

(b) 菜单“选项 (Options)”->“设置当前文档为主文档 (Define as Master Document)”

(c) 菜单“自定义 (User)”->“自定义命令 (User Commands)”->“编辑自定义命令 (Edit User Commands)”->左侧选择“command 1”, 右侧“菜单项 (Menu Item)”填入 Auto Build -> 点击下方“向导 (Wizard)”->“添加 (Add)” : xelatex + bibtex + xelatex + xelatex + pdf viewer -> 点击“完成 (OK)”

(d) 使用 Auto Build 编译带有未生成引用链接的源文件, 可以仅使用 xelatex 编译带有已经正确生成引用链接的源文件。

(e) 编译完成, “查看 (View)” PDF, 在 PDF 中“ctrl+click”可链接到相对应的源文件。

5. 模版的设计可能地考虑了适应性。致谢等所有条目都是通过最为通用的

\chapter{item name} and \section*{item name}

来显式实现的 (请观察 Backmatter.tex), 从而可以随意添加, 放置, 和修改, 如同一般章节。对于图表目录名称则可在 ucastthesis.cfg 中进行修改。

6. 设置文档样式: 在 artratex.sty 中搜索关键字定位相应命令, 然后修改

(a) 正文行距: 启用和设置 \linespread{1.5}, 默认 1.5 倍行距。

(b) 参考文献行距: 修改 \setlength{\bibsep}{0.0ex}

(c) 目录显示级数：修改 `\setcounter{tocdepth}{2}`

(d) 文档超链接的颜色及其显示：修改 `\hypersetup`

7. 文档内字体切换方法：

- 宋体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗宋体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 黑体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗黑体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 仿宋：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗仿宋：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 楷体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗楷体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**

8. 封面下划线上的文本不居中下划线，这是因为下划线前面还有字头，导致文本只能在页面居中和在下划线上居中二选一。当前封面采取页面居中。如需要调整文本在下划线上的位置，可用 `\hspace{+/- n.0em}` 命令来插入或删除 n 个空格，进行手动调整，比如

`\advisor{\hspace{+3.0em} xxx~研究员~xxx单位}`

有时下划线看上去粗细不一致，这是显示的问题，打印正常。

第四章 系统设计

为方便使用及更好地展示 L^AT_EX 排版的优秀特性，ucasthesia 的框架和文件体系进行了细致地处理，尽可能地对各个功能和板块进行了模块化和封装，对于初学者来说，众多的文件目录也许一开始让人觉得有些无所适从，但阅读完下面的使用说明后，会发现原来使用思路是简单而清晰的，而且，当对 L^AT_EX 有一定的认识和了解后，会发现其相对 Word 类排版系统极具吸引力的优秀特性。所以，如果是初学者，请不要退缩，请稍加尝试和坚持，以领略到 L^AT_EX 的非凡魅力，并可以通过阅读相关资料如 L^AT_EX Wikibook^[34] 来完善自己的使用知识。

4.1 先试试效果

1. 安装软件：根据所用操作系统和章节 1.2 中的信息安装 L^AT_EX 编译环境。
2. 获取模板：下载 ucasthesia 模板并解压。ucasthesia 模板不仅提供了相应的类文件，同时也提供了包括参考文献等在内的完成学位论文的一切要素，所以，下载时，推荐下载整个 ucasthesia 文件夹，而不是单独的文档类。
3. 编译模板：
 - (a) Windows：双击运行 artratex.bat 脚本。
 - (b) Linux 或 MacOS：terminal -> chmod +x ./artratex.sh -> ./artratex.sh xa
 - (c) 任意系统：都可使用 L^AT_EX 编辑器打开 Thesis.tex 文件并选择 xelatex 编译引擎进行编译。
4. 错误处理：若编译中遇到了问题，请先查看“常见问题”（章节 5.4）。

编译完成即可获得本 PDF 说明文档。而这也完成了学习使用 ucasthesia 撰写论文的一半进程。什么？这就学成一半了，这么简单??，是的，就这么简单！

4.2 文档目录简介

4.2.1 Thesis.tex

Thesis.tex 为主文档，其设计和规划了论文的整体框架，通过对其的阅读可以了解整个论文框架的搭建。

4.2.2 编译脚本

- Windows：双击 Dos 脚本 artratex.bat 可得全编译后的 PDF 文档，其存在是为了帮助不了解 L^AT_EX 编译过程的初学者跨过编译这第一道坎，请勿通过邮件传播和接收此脚

本，以防范 Dos 脚本的潜在风险。

- Linux 或 MacOS: 在 terminal 中运行
 - ./artratex.sh xa: 获得全编译后的 PDF 文档
 - ./artratex.sh x: 快速编译模式
- 全编译指运行 `xelatex+bibtex+xelatex+xelatex` 以正确生成所有的引用链接，如目录，参考文献及引用等。在写作过程中若无添加新的引用，则可用快速编译，即只运行一遍 LATEX 编译引擎以减少编译时间。

4.2.3 Tmp 文件夹

运行编译脚本后，编译所生成的文档皆存于 Tmp 文件夹内，包括编译得到的 PDF 文档，其存在是为了保持工作空间的整洁，因为好的心情是很重要的。

4.2.4 Style 文件夹

包含 `ucasthesis` 文档类的定义文件和配置文件，通过对它们的修改可以实现特定的模版设定。若需更新模板，一般只需用新的样式文件替换旧的即可。

1. `ucasthesis.cls`: 文档类定义文件，论文的最核心的格式即通过它来定义的。
2. `ucasthesis.cfg`: 文档类配置文件，设定如目录显示为“目录”而非“目录”。
3. `artratex.sty`: 常用宏包及文档设定，如参考文献样式、文献引用样式、页眉页脚设定等。这些功能具有开关选项，常只需在 `Thesis.tex` 中的如下命令中进行启用即可，一般无需修改 `artratex.sty` 本身。

```
\usepackage [options] {artratex}
```

4. `artracom.sty`: 自定义命令以及添加宏包的推荐放置位置。

4.2.5 Tex 文件夹

文件夹内为论文的所有实体内容，正常情况下，这也是使用 `ucasthesis` 撰写学文论文时，主要关注和修改的一个位置，注：所有文件都必须采用 UTF-8 编码，否则编译后将出现乱码文本，详细分类介绍如下：

- `Frontpage.tex`: 为论文中英文封面及中英文摘要。论文封面会根据英文学位名称如 **Bachelor**, **Master**, 或是 **Doctor** 自动切换为相应的格式。
- `Mainmatter.tex`: 索引需要出现的 Chapter。开始写论文时，可以只索引当前章节，以快速编译查看，当论文完成后，再对所有章节进行索引即可。
- `Chap_xxx.tex`: 为论文主体的各个章节，可根据需要添加和撰写。
- `Appendix.tex`: 为附录内容
- `Backmatter.tex`: 为发表文章信息和致谢部分等。

4.2.6 Img 文件夹

用于放置论文中所需要的图类文件,支持格式有:.jpg,.png,.pdf。其中,ucas_logo.pdf为国科大校徽。不建议为各章节图片建子目录,即使图片众多,若命名规则合理,图片查询亦是十分方便。

4.2.7 Biblio 文件夹

1. ref.bib: 参考文献信息库。
2. gbt7714-xxx bst: 符合国标的文献样式定义文件。由 zepinglee 开发,并满足最新国标要求。与文献样式有关的问题,请查阅开发者所提供的文档,并建议适当追踪其更新。

4.3 数学公式、图表、参考文献等功能

4.3.1 数学公式

比如 Navier-Stokes 方程:

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0 & \text{times font test} \\ \frac{\partial(\rho \mathbf{V})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V} \mathbf{V}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} & \text{times font test} \\ \frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho E \mathbf{V}) = \nabla \cdot (k \nabla T) + \nabla \cdot (\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{V}) \end{cases} \quad (4.1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} u \, d\Omega + \int_S \mathbf{n} \cdot (u \mathbf{V}) \, dS = \dot{\phi} \quad (4.2)$$

数学公式常用命令请见 WiKibook Mathematics。artracom.sty 中对一些常用数据类型如矢量矩阵等进行了封装,这样的好处是如有一天需要修改矢量的显示形式,只需单独修改 artracom.sty 中的矢量定义即可实现全文档的修改。

4.3.2 表格

请见表 5。制表的更多范例,请见 WiKibook Tables。

表 4 这是一个样表

Row number	This is a multicolumn							
Row 1	1	2	4	5	6	7	8	
Row 2	1	2	4	5	6	7	8	
Row 3	1	2	4	5	6	7	8	
Row 4	1	2	4	5	6	7	8	

4.3.3 图片插入

论文中图片的插入通常分为单图和多图，下面分别加以介绍：

单图插入：假设插入名为`tc_q_criteria`（后缀可以为`.jpg`、`.png`、`.pdf`，下同）的图片，其效果如图12。

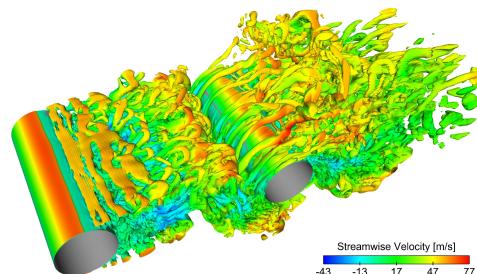


图 9 Q 判据等值面图，同时测试一下一个很长的标题，比如这真的是一个很长很长很长很长很长很长很长很长的标题

如果插图的空白区域过大，以图片`shock_cyn`为例，自动裁剪如图13。

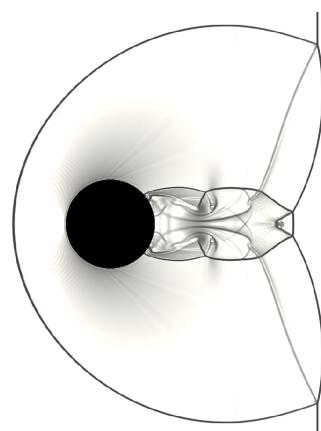


图 10 激波圆柱作用

多图的插入如图14，多图不应在子图中给文本子标题，只要给序号，并在主标题中进行引用说明。

4.3.4 算法

如见算法 4，详细使用方法请参见文档 `algorithmicx`。

4.3.5 参考文献引用

参考文献引用过程以实例进行介绍，假设需要引用名为”Document Preparation System”的文献，步骤如下：

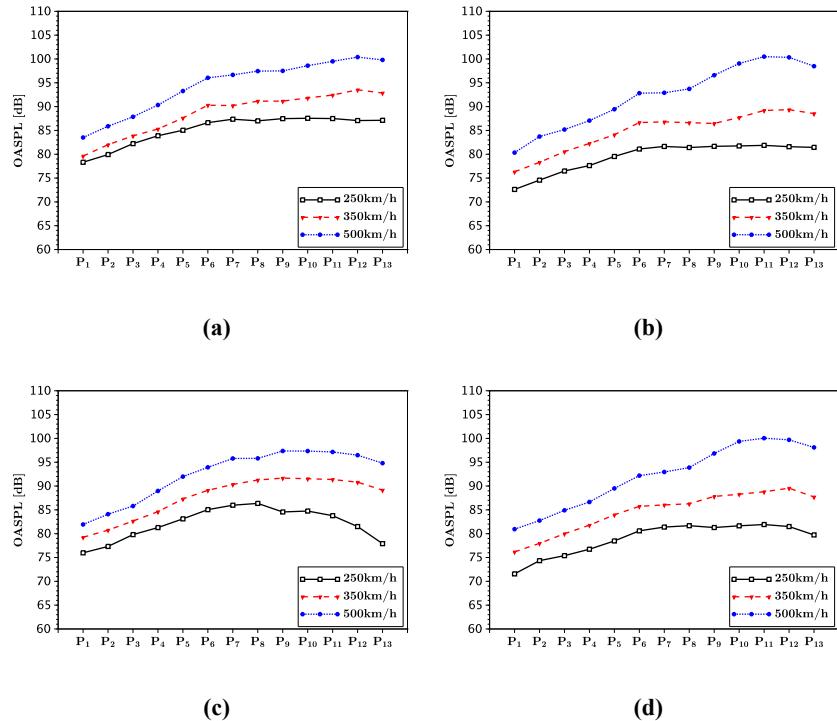


图 11 总声压级。 (a) 这是子图说明信息, (b) 这是子图说明信息, (c) 这是子图说明信息, (d) 这是子图说明信息

Algorithm 3 Euclid's algorithm

```

1: procedure EUCLID( $a, b$ ) ▷ The g.c.d. of a and b
2:    $r \leftarrow a \bmod b$ 
3:   while  $r \neq 0$  do ▷ We have the answer if r is 0
4:      $a \leftarrow b$ 
5:      $b \leftarrow r$ 
6:      $r \leftarrow a \bmod b$ 
7:   end while
8:   return  $b$  ▷ The gcd is b
9: end procedure

```

1) 使用 Google Scholar 搜索 Document Preparation System, 在目标条目下点击 Cite, 展开后选择 Import into BibTeX 打开此文章的 BibTeX 索引信息, 将它们 copy 添加到 ref.bib 文件中 (此文件位于 Biblio 文件夹下)。

2) 索引第一行 @article{lamport1986document, 中 lamport1986document 即为此文献的 label (中文文献也必须使用英文 label, 一般遵照: 姓氏拼音 + 年份 + 标题第一字拼音的格式), 想要在论文中索引此文献, 有两种索引类型:

文本类型: \citet{lamport1986document}。正如此处所示 Lampert^[14];

括号类型: \citep{lamport1986document}。正如此处所示^[14]。

多文献索引用英文逗号隔开:

\citep{lamport1986document, chu2004tushu, chen2005zhulu}。正如此处所示^[1,3,14]

更多例子如:

Walls et al.^[28] 根据... 的研究, 首次提出...。其中关于...^{[18], [28]}, 是当前中国... 得到迅速发展的研究领域^[2]。引用同一著者在同一年份出版的多篇文献时, 在出版年份之后用英文小写字母区别, 如:^[6? ?]。同一处引用多篇文献时, 按出版年份由近及远依次标注, 中间用分号分开。例如^[2,4,5,27]。

使用著者-出版年制 (authoryear) 式参考文献样式时, 中文文献必须在 BibTeX 索引信息的 key 域 (请参考 ref.bib 文件) 填写作者姓名的拼音, 才能使得文献列表按照拼音排序。参考文献表中的条目 (不排序号), 先按语种分类排列, 语种顺序是: 中文、日文、英文、俄文、其他文种。然后, 中文按汉语拼音字母顺序排列, 日文按第一著者的姓氏笔画排序, 西文和俄文按第一著者姓氏首字母顺序排列。如中^[5]、日^[7]、英^[27]、俄^[39]。

如此, 即完成了文献的索引, 请查看下本文档的参考文献一章, 看看是不是就是这么简单呢? 是的, 就是这么简单!

不同文献样式和引用样式, 如著者-出版年制 (authoryear)、顺序编码制 (numbers)、上标顺序编码制 (super) 可在 Thesis.tex 中对 artratex.sty 调用实现, 如:

- \usepackage[numbers]{artratex} % 文本: Jones [1]; 括号: [1]
- \usepackage[super]{artratex} % 文本: Jones 上标 [1]; 括号: 上标 [1]
- \usepackage[authoryear]{artratex} % 文本: Jones (1995); 括号: (Jones, 1995)
- \usepackage[alpha]{artratex} % 文本: 不可用; 括号: [Jon95]

当前文档的默认参考文献样式为 **authoryear**。若在上标 (**super**) 模式下, 希望在特定位置将上标改为嵌入式标, 可使用

文本类型: \citetns{lamport1986document, chen2005zhulu}。

正如此处所示陈浩元^[1], Lampert^[14]

括号类型: \citet{lamport1986document, chen2005zhulu}。

正如此处所示 [1, 14]

参考文献索引更为详细的信息, 请见 zepinglee 和 WiKibook Bibliography。

4.4 常见使用问题

1. 模板每次发布前, 都已在 Windows, Linux, MacOS 系统上测试通过。下载模板后, 若编译出现错误, 则请见 ucastthesis 和 L^AT_EX 知识小站的编译指南。

2. 模板文档的编码为 UTF-8 编码。所有文件都必须采用 UTF-8 编码, 否则编译后生成的文档将出现乱码文本。若出现文本编辑器无法打开文档或打开文档乱码的问题, 请检查编辑器对 UTF-8 编码的支持。如果使用 WinEdt 作为文本编辑器 (不推荐使用), 应在其 Options -> Preferences -> wrapping 选项卡下将两种 Wrapping Modes 中的内容:

TeX;HTML;ANSI;ASCII|DTX...

修改为: TeX;UTF-8|ACP;HTML;ANSI;ASCII|DTX...

同时, 取消 Options -> Preferences -> Unicode 中的 Enable ANSI Format。

3. 推荐选择 xelatex 或 lualatex 编译引擎编译中文文档。编译脚本的默认设定为 xelatex 编译引擎。你也可以选择不使用脚本编译, 如直接使用 L^AT_EX 文本编辑器编译。注: L^AT_EX 文本编辑器编译的默认设定为 pdflatex 编译引擎, 若选择 xelatex 或 lualatex 编译引擎, 请进入下拉菜单选择。为正确生成引用链接, 需要进行全编译。

4. Texmaker 使用简介

(a) 使用 Texmaker “打开 (Open)” Thesis.tex。

(b) 菜单“选项 (Options)”->“设置当前文档为主文档 (Define as Master Document)”

(c) 菜单“自定义 (User)”->“自定义命令 (User Commands)”->“编辑自定义命令 (Edit User Commands)”->左侧选择“command 1”, 右侧“菜单项 (Menu Item)”填入 Auto Build -> 点击下方“向导 (Wizard)”->“添加 (Add)” : xelatex + bibtex + xelatex + xelatex + pdf viewer -> 点击“完成 (OK)”

(d) 使用 Auto Build 编译带有未生成引用链接的源文件, 可以仅使用 xelatex 编译带有已经正确生成引用链接的源文件。

(e) 编译完成, “查看 (View)” PDF, 在 PDF 中“ctrl+click”可链接到相对应的源文件。

5. 模版的设计可能地考虑了适应性。致谢等所有条目都是通过最为通用的

\chapter{item name} and \section*{item name}

来显式实现的 (请观察 Backmatter.tex), 从而可以随意添加, 放置, 和修改, 如同一般章节。对于图表目录名称则可在 ucastthesis.cfg 中进行修改。

6. 设置文档样式: 在 artratex.sty 中搜索关键字定位相应命令, 然后修改

(a) 正文行距: 启用和设置 \linespread{1.5}, 默认 1.5 倍行距。

(b) 参考文献行距: 修改 \setlength{\bibsep}{0.0ex}

(c) 目录显示级数：修改 `\setcounter{tocdepth}{2}`

(d) 文档超链接的颜色及其显示：修改 `\hypersetup`

7. 文档内字体切换方法：

- 宋体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗宋体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 黑体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗黑体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 仿宋：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗仿宋：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 楷体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗楷体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**

8. 封面下划线上的文本不居中下划线，这是因为下划线前面还有字头，导致文本只能在页面居中和在下划线上居中二选一。当前封面采取页面居中。如需要调整文本在下划线上的位置，可用 `\hspace{+/- n.0em}` 命令来插入或删除 n 个空格，进行手动调整，比如

`\advisor{\hspace{+3.0em} xxx~研究员~xxx单位}`

有时下划线看上去粗细不一致，这是显示的问题，打印正常。

第五章 总结与展望

为方便使用及更好地展示 L^AT_EX 排版的优秀特性，ucasthesia 的框架和文件体系进行了细致地处理，尽可能地对各个功能和板块进行了模块化和封装，对于初学者来说，众多的文件目录也许一开始让人觉得有些无所适从，但阅读完下面的使用说明后，会发现原来使用思路是简单而清晰的，而且，当对 L^AT_EX 有一定的认识和了解后，会发现其相对 Word 类排版系统极具吸引力的优秀特性。所以，如果是初学者，请不要退缩，请稍加尝试和坚持，以领略到 L^AT_EX 的非凡魅力，并可以通过阅读相关资料如 L^AT_EX Wikibook^[34] 来完善自己的使用知识。

5.1 先试试效果

1. 安装软件：根据所用操作系统和章节 1.2 中的信息安装 L^AT_EX 编译环境。
2. 获取模板：下载 ucasthesia 模板并解压。ucasthesia 模板不仅提供了相应的类文件，同时也提供了包括参考文献等在内的完成学位论文的一切要素，所以，下载时，推荐下载整个 ucasthesia 文件夹，而不是单独的文档类。
3. 编译模板：
 - (a) Windows：双击运行 artratex.bat 脚本。
 - (b) Linux 或 MacOS：terminal -> chmod +x ./artratex.sh -> ./artratex.sh xa
 - (c) 任意系统：都可使用 L^AT_EX 编辑器打开 Thesis.tex 文件并选择 xelatex 编译引擎进行编译。
4. 错误处理：若编译中遇到了问题，请先查看“常见问题”（章节 5.4）。

编译完成即可获得本 PDF 说明文档。而这也完成了学习使用 ucasthesia 撰写论文的一半进程。什么？这就学成一半了，这么简单??，是的，就这么简单！

5.2 文档目录简介

5.2.1 Thesis.tex

Thesis.tex 为主文档，其设计和规划了论文的整体框架，通过对其的阅读可以了解整个论文框架的搭建。

5.2.2 编译脚本

- Windows：双击 Dos 脚本 artratex.bat 可得全编译后的 PDF 文档，其存在是为了帮助不了解 L^AT_EX 编译过程的初学者跨过编译这第一道坎，请勿通过邮件传播和接收此脚

本，以防范 Dos 脚本的潜在风险。

- Linux 或 MacOS: 在 terminal 中运行
 - ./artratex.sh xa: 获得全编译后的 PDF 文档
 - ./artratex.sh x: 快速编译模式
- 全编译指运行 `xelatex+bibtex+xelatex+xelatex` 以正确生成所有的引用链接，如目录，参考文献及引用等。在写作过程中若无添加新的引用，则可用快速编译，即只运行一遍 LATEX 编译引擎以减少编译时间。

5.2.3 Tmp 文件夹

运行编译脚本后，编译所生成的文档皆存于 Tmp 文件夹内，包括编译得到的 PDF 文档，其存在是为了保持工作空间的整洁，因为好的心情是很重要的。

5.2.4 Style 文件夹

包含 `ucasthesis` 文档类的定义文件和配置文件，通过对它们的修改可以实现特定的模版设定。若需更新模板，一般只需用新的样式文件替换旧的即可。

1. `ucasthesist.cls`: 文档类定义文件，论文的最核心的格式即通过它来定义的。
2. `ucasthesist.cfg`: 文档类配置文件，设定如目录显示为“目录”而非“目录”。
3. `artratex.sty`: 常用宏包及文档设定，如参考文献样式、文献引用样式、页眉页脚设定等。这些功能具有开关选项，常只需在 `Thesis.tex` 中的如下命令中进行启用即可，一般无需修改 `artratex.sty` 本身。

```
\usepackage [options] {artratex}
```

4. `artracom.sty`: 自定义命令以及添加宏包的推荐放置位置。

5.2.5 Tex 文件夹

文件夹内为论文的所有实体内容，正常情况下，这也是使用 `ucasthesist` 撰写学文论文时，主要关注和修改的一个位置，注：所有文件都必须采用 UTF-8 编码，否则编译后将出现乱码文本，详细分类介绍如下：

- `Frontpage.tex`: 为论文中英文封面及中英文摘要。论文封面会根据英文学位名称如 **Bachelor**, **Master**, 或是 **Doctor** 自动切换为相应的格式。
- `Mainmatter.tex`: 索引需要出现的 Chapter。开始写论文时，可以只索引当前章节，以快速编译查看，当论文完成后，再对所有章节进行索引即可。
- `Chap_xxx.tex`: 为论文主体的各个章节，可根据需要添加和撰写。
- `Appendix.tex`: 为附录内容
- `Backmatter.tex`: 为发表文章信息和致谢部分等。

5.2.6 Img 文件夹

用于放置论文中所需要的图类文件,支持格式有:.jpg,.png,.pdf。其中,ucas_logo.pdf为国科大校徽。不建议为各章节图片建子目录,即使图片众多,若命名规则合理,图片查询亦是十分方便。

5.2.7 Biblio 文件夹

1. ref.bib: 参考文献信息库。
2. gbt7714-xxx bst: 符合国标的文献样式定义文件。由 zepinglee 开发,并满足最新国标要求。与文献样式有关的问题,请查阅开发者所提供的文档,并建议适当追踪其更新。

5.3 数学公式、图表、参考文献等功能

5.3.1 数学公式

比如 Navier-Stokes 方程:

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0 & \text{times font test} \\ \frac{\partial(\rho \mathbf{V})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V} \mathbf{V}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} & \text{times font test} \\ \frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho E \mathbf{V}) = \nabla \cdot (k \nabla T) + \nabla \cdot (\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{V}) \end{cases} \quad (5.1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} u \, d\Omega + \int_S \mathbf{n} \cdot (u \mathbf{V}) \, dS = \dot{\phi} \quad (5.2)$$

数学公式常用命令请见 WiKibook Mathematics。artracom.sty 中对一些常用数据类型如矢量矩阵等进行了封装,这样的好处是如有一天需要修改矢量的显示形式,只需单独修改 artracom.sty 中的矢量定义即可实现全文档的修改。

5.3.2 表格

请见表 5。制表的更多范例,请见 WiKibook Tables。

表 5 这是一个样表。

	Row number	This is a multicolumn						
	Row 1	1	2	4	5	6	7	8
This is a sample table.	Row 2	1	2	4	5	6	7	8
	Row 3	1	2	4	5	6	7	8
	Row 4	1	2	4	5	6	7	8

5.3.3 图片插入

论文中图片的插入通常分为单图和多图，下面分别加以介绍：

单图插入：假设插入名为`tc_q_criteria`（后缀可以为`.jpg`、`.png`、`.pdf`，下同）的图片，其效果如图12。

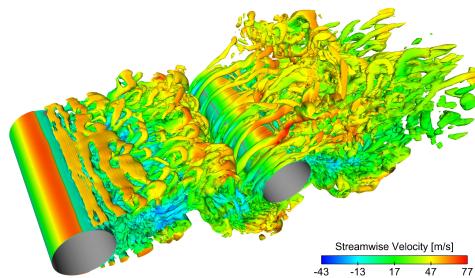


图 12 Q 判据等值面图，同时测试一下一个很长的标题，比如这真的是一个很长很长很长很长很长很长很长很长的标题。

如果插图的空白区域过大，以图片`shock_cyn`为例，自动裁剪如图13。

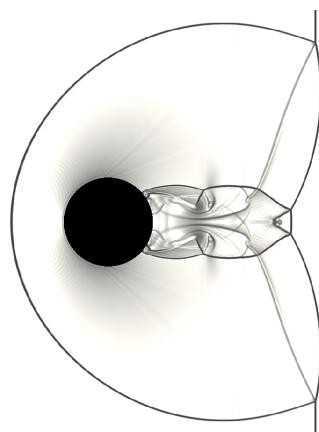


图 13 激波圆柱作用。

多图的插入如图14，多图不应在子图中给文本子标题，只要给序号，并在主标题中进行引用说明。

5.3.4 算法

如见算法 4，详细使用方法请参见文档 `algorithmicx`。

5.3.5 参考文献引用

参考文献引用过程以实例进行介绍，假设需要引用名为”Document Preparation System”的文献，步骤如下：

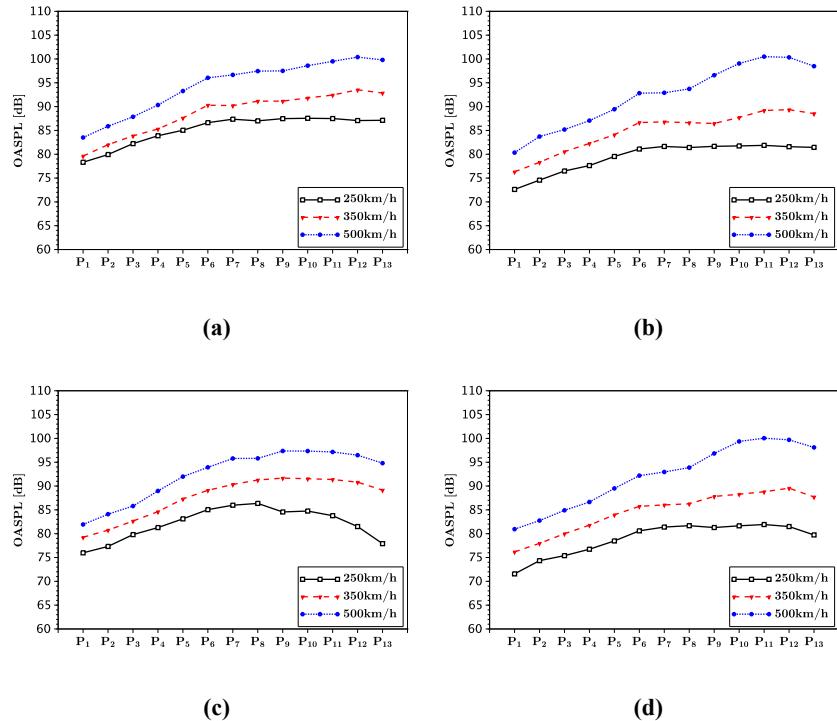


图 14 总声压级。 (a) 这是子图说明信息, (b) 这是子图说明信息, (c) 这是子图说明信息, (d) 这是子图说明信息。

Algorithm 4 Euclid's algorithm

```

1: procedure EUCLID( $a, b$ ) ▷ The g.c.d. of  $a$  and  $b$ 
2:    $r \leftarrow a \bmod b$ 
3:   while  $r \neq 0$  do ▷ We have the answer if  $r$  is 0
4:      $a \leftarrow b$ 
5:      $b \leftarrow r$ 
6:      $r \leftarrow a \bmod b$ 
7:   end while
8:   return  $b$  ▷ The gcd is  $b$ 
9: end procedure

```

1) 使用 Google Scholar 搜索 Document Preparation System, 在目标条目下点击 Cite, 展开后选择 Import into BibTeX 打开此文章的 BibTeX 索引信息, 将它们 copy 添加到 ref.bib 文件中 (此文件位于 Biblio 文件夹下)。

2) 索引第一行 @article{lamport1986document, 中 lamport1986document 即为此文献的 label (中文文献也必须使用英文 label, 一般遵照: 姓氏拼音 + 年份 + 标题第一字拼音的格式), 想要在论文中索引此文献, 有两种索引类型:

文本类型: \citet{lamport1986document}。正如此处所示 Lampert^[14];

括号类型: \citep{lamport1986document}。正如此处所示^[14]。

多文献索引用英文逗号隔开:

\citep{lamport1986document, chu2004tushu, chen2005zhulu}。正如此处所示^[1,3,14]

更多例子如:

Walls et al.^[28] 根据... 的研究, 首次提出...。其中关于...^[28], 是当前中国... 得到迅速发展的研究领域^[2]。引用同一著者在同一年份出版的多篇文献时, 在出版年份之后用英文小写字母区别, 如:^[6? ?]。同一处引用多篇文献时, 按出版年份由近及远依次标注, 中间用分号分开。例如^[2,4,5,27]。

使用著者-出版年制 (authoryear) 式参考文献样式时, 中文文献必须在 BibTeX 索引信息的 key 域 (请参考 ref.bib 文件) 填写作者姓名的拼音, 才能使得文献列表按照拼音排序。参考文献表中的条目 (不排序号), 先按语种分类排列, 语种顺序是: 中文、日文、英文、俄文、其他文种。然后, 中文按汉语拼音字母顺序排列, 日文按第一著者的姓氏笔画排序, 西文和俄文按第一著者姓氏首字母顺序排列。如中^[5]、日^[7]、英^[27]、俄^[39]。

如此, 即完成了文献的索引, 请查看下本文档的参考文献一章, 看看是不是就是这么简单呢? 是的, 就是这么简单!

不同文献样式和引用样式, 如著者-出版年制 (authoryear)、顺序编码制 (numbers)、上标顺序编码制 (super) 可在 Thesis.tex 中对 artratex.sty 调用实现, 如:

- \usepackage[numbers]{artratex} % 文本: Jones [1]; 括号: [1]
- \usepackage[super]{artratex} % 文本: Jones 上标 [1]; 括号: 上标 [1]
- \usepackage[authoryear]{artratex} % 文本: Jones (1995); 括号: (Jones, 1995)
- \usepackage[alpha]{artratex} % 文本: 不可用; 括号: [Jon95]

当前文档的默认参考文献样式为 **authoryear**。若在上标 (**super**) 模式下, 希望在特定位置将上标改为嵌入式标, 可使用

文本类型: \citetns{lamport1986document, chen2005zhulu}。

正如此处所示陈浩元^[1], Lampert^[14]

括号类型: \citet{lamport1986document, chen2005zhulu}。

正如此处所示 [1, 14]

参考文献索引更为详细的信息, 请见 zepinglee 和 WiKibook Bibliography。

5.4 常见使用问题

1. 模板每次发布前, 都已在 Windows, Linux, MacOS 系统上测试通过。下载模板后, 若编译出现错误, 则请见 ucastthesis 和 L^AT_EX 知识小站的编译指南。

2. 模板文档的编码为 UTF-8 编码。所有文件都必须采用 UTF-8 编码, 否则编译后生成的文档将出现乱码文本。若出现文本编辑器无法打开文档或打开文档乱码的问题, 请检查编辑器对 UTF-8 编码的支持。如果使用 WinEdt 作为文本编辑器 (不推荐使用), 应在其 Options -> Preferences -> wrapping 选项卡下将两种 Wrapping Modes 中的内容:

TeX;HTML;ANSI;ASCII|DTX...

修改为: TeX;UTF-8|ACP;HTML;ANSI;ASCII|DTX...

同时, 取消 Options -> Preferences -> Unicode 中的 Enable ANSI Format。

3. 推荐选择 xelatex 或 lualatex 编译引擎编译中文文档。编译脚本的默认设定为 xelatex 编译引擎。你也可以选择不使用脚本编译, 如直接使用 L^AT_EX 文本编辑器编译。注: L^AT_EX 文本编辑器编译的默认设定为 pdflatex 编译引擎, 若选择 xelatex 或 lualatex 编译引擎, 请进入下拉菜单选择。为正确生成引用链接, 需要进行全编译。

4. Texmaker 使用简介

(a) 使用 Texmaker “打开 (Open)” Thesis.tex。

(b) 菜单“选项 (Options)”->“设置当前文档为主文档 (Define as Master Document)”

(c) 菜单“自定义 (User)”->“自定义命令 (User Commands)”->“编辑自定义命令 (Edit User Commands)”->左侧选择“command 1”, 右侧“菜单项 (Menu Item)”填入 Auto Build -> 点击下方“向导 (Wizard)”->“添加 (Add)” : xelatex + bibtex + xelatex + xelatex + pdf viewer -> 点击“完成 (OK)”

(d) 使用 Auto Build 编译带有未生成引用链接的源文件, 可以仅使用 xelatex 编译带有已经正确生成引用链接的源文件。

(e) 编译完成, “查看 (View)” PDF, 在 PDF 中“ctrl+click”可链接到相对应的源文件。

5. 模版的设计可能地考虑了适应性。致谢等所有条目都是通过最为通用的

\chapter{item name} and \section*{item name}

来显式实现的 (请观察 Backmatter.tex), 从而可以随意添加, 放置, 和修改, 如同一般章节。对于图表目录名称则可在 ucastthesis.cfg 中进行修改。

6. 设置文档样式: 在 artratex.sty 中搜索关键字定位相应命令, 然后修改

(a) 正文行距: 启用和设置 \linespread{1.5}, 默认 1.5 倍行距。

(b) 参考文献行距: 修改 \setlength{\bibsep}{0.0ex}

(c) 目录显示级数：修改 `\setcounter{tocdepth}{2}`

(d) 文档超链接的颜色及其显示：修改 `\hypersetup`

7. 文档内字体切换方法：

- 宋体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗宋体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 黑体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗黑体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 仿宋：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗仿宋：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 楷体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**
- 粗楷体：**国科大论文模板 ucasthesis 或 国科大论文模板 ucasthesis**

8. 封面下划线上的文本不居中下划线，这是因为下划线前面还有字头，导致文本只能在页面居中和在下划线上居中二选一。当前封面采取页面居中。如需要调整文本在下划线上的位置，可用 `\hspace{+/- n.0em}` 命令来插入或删除 n 个空格，进行手动调整，比如

`\advisor{\hspace{+3.0em} xxx~研究员~xxx单位}`

有时下划线看上去粗细不一致，这是显示的问题，打印正常。

附录 A 附录

学位论文是研究生科研工作成果的集中体现，是评判学位申请者学术水平、授予其学位的主要依据，是科研领域重要的文献资料。根据《科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式》(GB/T 7713-1987)、《学位论文编写规则》(GB/T 7713.1-2006)和《文后参考文献著录规则》(GB7714—87)等国家有关标准，结合中国科学院大学（以下简称“国科大”）的实际情况，特制订本规定。

A.1 论文无附录者无需附录部分

A.2 测试公式编号

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0 \text{ times font test} \\ \frac{\partial(\rho \mathbf{V})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V} \mathbf{V}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} \text{ times font test} \\ \frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho E \mathbf{V}) = \nabla \cdot (k \nabla T) + \nabla \cdot (\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{V}) \end{cases} \quad (\text{A.1})$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} u \, d\Omega + \int_{\Sigma} \mathbf{n} \cdot (u \mathbf{V}) \, dS = \dot{\phi} \quad (\text{A.2})$$

A.3 测试生僻字

参考文献

- [1] 陈浩元, 2005. 著录文后参考文献的规则及注意事项[J]. 编辑学报, 17(6):413-415.
- [2] 陈晋镳, 张惠民, 朱士兴, 等, 1980. 蓟县震旦亚界研究[M]. 中国地质科学院天津地质矿产研究所. 中国震旦亚界. 天津: 天津科学技术出版社: 56-114.
- [3] 初景利, 2004. 图书馆数字参考咨询服务研究[M]. 北京: 北京图书馆出版社.
- [4] 哈里森·沃尔德伦, 2012. 经济数学与金融数学[M]. 谢远涛, 译. 北京: 中国人民大学出版社: 235-236.
- [5] 牛志明, 斯温兰德, 雷光春, 2013. 综合湿地管理国际研讨会论文集[C]. 北京: 海洋出版社.
- [6] 袁训来, 陈哲, 肖书海, 2012. 蓝田生物群: 一个认识多细胞生物起源和早期演化的新窗口 – 篇三 [J]. 科学通报, 57(34):3219.
- [7] ボハンデ, 1928. 過去及び現在に於ける英國と会[J]. 日本時報, 17:5-9.
- [8] Chang C C, Lin C J, 2011. Libsvm: a library for support vector machines[C]. ACM transactions on intelligent systems and technology (TIST). ACM.
- [9] Cootes T F, Taylor C J, Cooper D H, et al., 1995. Active shape models-their training and application [C]. Computer vision and image understanding. Elsevier.
- [10] Goshtasby A, 1988. Image registration by local approximation methods[C]. Image and Vision Computing. Elsevier.
- [11] He J, Hu J F, Lu X, et al., 2017. Multi-task mid-level feature learning for micro-expression recognition [C]. Pattern Recognition. Elsevier.
- [12] Hong X, Xu Y, Zhao G, 2016. Lbp-top: a tensor unfolding revisit[J].
- [13] Kazlev M, 1999. The triune brain[J/OL]. KHEPER, 5(19)[2003-11-19]. <http://www.kheper.net/topics/intelligence/MacLean.htm>.
- [14] Lamport L, 1986. Document preparation system[M]. Addison-Wesley Reading, MA.
- [15] Le Ngo A C, Phan R C W, See J, 2014. Spontaneous subtle expression recognition: Imbalanced databases and solutions[C]. Asian conference on computer vision. Springer.
- [16] Lei Z, Ahonen T, Pietikäinen M, et al., 2011. Local frequency descriptor for low-resolution face recognition[C]. Automatic Face & Gesture Recognition and Workshops (FG 2011), 2011 IEEE International Conference on. IEEE.
- [17] Li X, Pfister T, Huang X, et al., 2013. A spontaneous micro-expression database: Inducement, collection and baseline[C]. Automatic face and gesture recognition (fg), 2013 10th ieee international conference and workshops on. IEEE.
- [18] Li X, Hong X, Moilanen A, et al., 2018. Towards reading hidden emotions: A comparative study of spontaneous micro-expression spotting and recognition methods[J]. IEEE Transactions on Affective Computing, 9(4):563-577.
- [19] Liang S T, See J, Phan R C W, et al., 2014. Subtle expression recognition using optical strain weighted features[C]. Asian Conference on Computer Vision. Springer: 644-657.

- [20] Liu Y J, Zhang J K, Yan W J, et al., 2016. A main directional mean optical flow feature for spontaneous micro-expression recognition[C]. IEEE Transactions on Affective Computing. IEEE.
- [21] Lu Z, Luo Z, Zheng H, et al., 2014. A delaunay-based temporal coding model for micro-expression recognition[C]. Asian conference on computer vision. Springer.
- [22] Oh Y H, Le Ngo A C, See J, et al., 2015. Monogenic riesz wavelet representation for micro-expression recognition[C]. Digital Signal Processing (DSP), 2015 IEEE International Conference on. IEEE.
- [23] Patel D, Hong X, Zhao G, 2016. Selective deep features for micro-expression recognition[C]. Pattern Recognition (ICPR), 2016 23rd International Conference on. IEEE.
- [24] Pfister T, Li X, Zhao G, et al., 2011. Recognising spontaneous facial micro-expressions[C]. Computer Vision (ICCV), 2011 IEEE International Conference on. IEEE.
- [25] Ruiz-Hernandez J A, Pietikäinen M, 2013. Encoding local binary patterns using the re-parametrization of the second order gaussian jet[C]. Automatic Face and Gesture Recognition (FG), 2013 10th IEEE International Conference and Workshops on. IEEE.
- [26] Shi J, Liu X, Zong Y, et al., 2018. Hallucinating face image by regularization models in high-resolution feature space[C]. IEEE Transactions on Image Processing. IEEE.
- [27] Stamerjohanns H, Ginev D, David C, et al., 2009. MathML-aware article conversion from LaTeX[J]. Towards a Digital Mathematics Library, 16(2):109-120.
- [28] Walls S C, Barichivich W J, Brown M E, 2013. Drought, deluge and declines: the impact of precipitation extremes on amphibians in a changing climate[J/OL]. Biology, 2(1):399-418[2013-11-04]. <http://www.mdpi.com/2079-7737/2/1/399>. DOI: 10.3390/biology2010399.
- [29] Wang S J, Yan W J, Li X, et al., 2014. Micro-expression recognition using dynamic textures on tensor independent color space[C]. 2014 22nd International Conference on Pattern Recognition (ICPR). IEEE.
- [30] Wang S J, Yan W J, Zhao G, et al., 2014. Micro-expression recognition using robust principal component analysis and local spatiotemporal directional features[C]. Workshop at the European conference on computer vision. Springer.
- [31] Wang Y, See J, Phan R C W, et al., 2014. Lbp with six intersection points: Reducing redundant information in lbp-top for micro-expression recognition[C]. Asian Conference on Computer Vision. Springer.
- [32] Wang Y, See J, Phan R C W, et al., 2015. Efficient spatio-temporal local binary patterns for spontaneous facial micro-expression recognition[C]. PloS one. Public Library of Science.
- [33] Wang Z, Miao Z, Wu Q J, et al., 2014. Low-resolution face recognition: a review[C]. The Visual Computer. Springer.
- [34] Wikibook, 2014. <http://en.wikibooks.org/wiki/Latex>[M]. On-line Resources.
- [35] Xu F, Zhang J, Wang J Z. [C].
- [36] Yan W J, Li X, Wang S J, et al., 2014. Casme ii: An improved spontaneous micro-expression database and the baseline evaluation[C]. PloS one. Public Library of Science.
- [37] Zhao G, Pietikäinen M, 2007. Dynamic texture recognition using local binary patterns with an application to facial expressions[C]. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. IEEE.

- [38] Zhou Z, Zhao G, Pietikäinen M, 2011. Towards a practical lipreading system[C]. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2011 IEEE Conference on. IEEE.
- [39] Дубровина А. И., 1906. Открытое письмо Председателя Главного Совета Союза Русского Народа Санкт-Петербургскому Антонию, Первенствующему члену Священного Синода[J]. Вече:1-3.

攻读博士/硕士学位期间取得的科研成果

1. 发表学术论文

[1] ucasthesis: A LaTeX Thesis Template for the University of Chinese Academy of Sciences, 2014.

2. 申请（授权）专利

(无专利时此项不必列出)

3. 参与科研项目及科研获奖

可以随意添加新的条目或是结构。

作者简介

1. 基本情况

吴凌云，福建省屏南县人，中国科学院数学与系统科学研究院博士研究生。

2. 教育背景

2008.08~2012.07 西北大学，本科，专业：

2012.09~西北大学，硕士研究生，专业：

3. 攻读硕士学位期间的其它奖励

可以随意添加新的条目或是结构。

