

北京師範大學

硕士学位论文

论文题目：北京师范大学硕士学位论文标题

作者： 江涛
导师： 余先川教授
系别年级： 信息科学与技术学院
学号： 201621210026
学科专业： 计算机软件与理论
完成日期： 2019年 3月

北京师范大学研究生院

北京师范大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

日期： 年 月 日

学位论文使用授权书

学位论文作者完全了解北京师范大学有关保留和使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属北京师范大学。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，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。保密的学位论文在解密后适用于本授权书。

本人签名： _____ 日期： _____

导师签名： _____ 日期： _____

北京师范大学硕士学位论文标题

摘 要

论文的摘要是对论文研究内容和成果的高度概括。摘要应对论文所研究的问题及其研究目的进行描述，对研究方法和过程进行简单介绍，对研究成果和所得结论进行概括。摘要应具有独立性和自明性，其内容应包含与论文全文同等量的主要信息。使读者即使不阅读全文，通过摘要就能了解论文的总体内容和主要成果。

论文摘要的书写应力求精确、简明。切忌写成对论文书写内容进行提要的形式，尤其要避免“第 1 章.....；第 2 章.....；.....”这种或类似的陈述方式。

本文介绍北京师范大学论文模板 BNUPhesis 的使用方法。本模板是在清华大学学位论文模板 THUPhesis 的基础上修改而来，尽可能满足我校的硕士、博士论文格式要求。

本文的创新点主要有：

- 用例子来解释模板的使用方法；
- 用废话来填充无关紧要的部分；
- 一边学习摸索一边编写新代码。

关键词是为了文献标引工作、用以表示全文主要内容信息的单词或术语。关键词不超过 5 个，每个关键词中间用分号分隔。（模板作者注：关键词分隔符不用考虑，模板会自动处理。英文关键词同理。）

关键词：TeX, L^ATeX, CJK, 模板, 论文

An Introduction to \LaTeX Thesis Template of Beijing Normal University

ABSTRACT

An abstract of a dissertation is a summary and extraction of research work and contributions. Included in an abstract should be description of research topic and research objective, brief introduction to methodology and research process, and summarization of conclusion and contributions of the research. An abstract should be characterized by independence and clarity and carry identical information with the dissertation. It should be such that the general idea and major contributions of the dissertation are conveyed without reading the dissertation.

An abstract should be concise and to the point. It is a misunderstanding to make an abstract an outline of the dissertation and words “the first chapter”, “the second chapter” and the like should be avoided in the abstract.

Key words are terms used in a dissertation for indexing, reflecting core information of the dissertation. An abstract may contain a maximum of 5 key words, with semi-colons used in between to separate one another.

KEY WORDS: \TeX , \LaTeX , CJK, template, thesis

目 录

摘 要	I
ABSTRACT	II
插图索引	V
表格索引	VI
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 国内外研究现状	2
1.2.1 传统的高分辨率遥感影像分类与识别方法	2
1.2.2 基于深度学习技术影像识别与分类研究现状	3
1.3 本文的组织结构	3
1.4 本文主要创新点	3
第 2 章 研究区与数据集介绍	4
2.1 其它例子	4
2.1.1 绘图	4
2.1.2 插图	4
2.1.2.1 一个图形	4
第 3 章 基于改进的区间二型模糊集的遥感影像聚类分割	6
3.1 三角形模糊集值的建模	6
3.2 字体命令	6
第 4 章 方法二	7
4.1 封面相关	7
4.2 字体命令	7
第 5 章 第五章	8
5.1 封面相关	8
5.2 字体命令	8
第 6 章 总结与展望	9
6.1 本文的主要内容	9
6.2 未来的期望	9
参考文献	10

学术成果	12
致谢	13

插图索引

图 1	利用 Xfig 制图	4
-----	------------------	---

表格索引

表 1 表格排序测试 5

第 1 章 绪论

这是 BNUTHEsis 的示例文档，基本上覆盖了模板中所有格式的设置。建议大家在使用模板之前，除了阅读《BNUTHEsis 用户手册》，这个示例文档也最好能看一看。

小老鼠偷吃热凉粉；短长虫环绕矮高粱。^①

1.1 研究背景及意义

遥感技术是从各种传感器上收集地物目标的电磁辐射信息，经处理后成像，从而对地物进行探测和识别的一种技术。遥感影像数据被广泛应用在军事侦察、环境监测、植被分类、土地利用规划和矿产资源勘测等领域^[1]。近年来，随着卫星遥感技术的发展和信息科技技术的完善，遥感影像分辨率不断提高，高分辨率影像信息量越来越丰富。同时全球遥感数据成爆发式增长，但相关统计表明，遥感数据 95% 是不精确的、非结构化的数据，人类能够利用的数据仅占 5% 左右^[2]，如何在有限时间内高效利用遥感数据是当前遥感技术发展所面临的挑战。

影像分类与目标识别是遥感影像分析和应用的重要内容，如何准确、快速地对遥感影像分类与识别是当前遥感应用领域的研究热点。传统的遥感影像分类方法从人工目视解译发展到人机交互解译，再到半自动解译，最后到当前基于机器学习模型和人工智能技术的全自动解译发展过程；影像分类模型则由传统的像元解译、局部结构特征提取发展到了面向对象识别的阶段；分类器也从单一的分类器发展为层叠或多个分类器相结合的方法^[3]。基于新兴理论提出的新技术、新方法在遥感影像分类与识别研究中取得了较好的识别效果，提升了影像识别的精度。然而，由于遥感影像存在混合像元，同物异谱和同谱异物等问题^[4]，遥感影像数据固有的不确定性成为影像分类亟需解决的问题，如果能构建适当模型描述影像地物数据，进而提取目标地物特征信息，这将成为影像分类与目标识别的新思路^[5]。同时，遥感影像数据普遍存在样本少、数据分布不均衡等特点，获取有标签的影像数据是昂贵、耗时的，需要极大的时间和人力成本，研究基于少样本的半自动或全自动的影像分类与目标识别方法有着重要的意义。

模糊聚类的优势。。。

深度学习优势。。

^① 韩愈（768-824），字退之，

本文将从刻画遥感影像数据的不确定性和少样本数据分类两个角度，对高分辨率遥感影像数据进行分析与处理，分别提出新的面向对象的区间二型模糊聚类方法用于遥感影像聚类 and 基于生成对抗网络的弱监督学习方法用于影像分类与识别，将影像数据分类与识别结果与验证集 ground-truth 图进行比对，验证本文提出的两种方法在遥感影像分类与识别中的有效性。此外，本文综合提出的两种方法，形成一个完整的处理流程，实现高分辨率影像数据的信息提取与分类识别。

1.2 国内外研究现状

为了方便介绍，本文中深度学习之前的遥感影像分类方法称为传统的遥感影像分类方法。本节内容主要介绍了传统的高分辨率遥感影像分类识别方法和基于深度学习技术^[6-8]的遥感影像识别分类方法的研究进展和现状。

1.2.1 传统的高分辨率遥感影像分类与识别方法

早在1957年，卫星遥感技术就应用到遥感影像分类与识别任务中。目标地物的分类与识别一直以来都是遥感影像分析中的一个基础任务，对于研究目标物体或现象的发展过程与分布规律有着重要意义^[9]。遥感影像分类方法依据是否使用地物类别先验知识分为监督分类和非监督分类。监督分类是指利用样本已有先验类别训练分类模型，模型能够建立样本特征到类别标签的决策映射规则；非监督分类是指在缺乏样本类别先验知识的前提下，只根据样本数据本身特性进行分类，根据样本相似度划分类别，典型如聚类^[10]。根据分类单元不同，遥感影像的分类方法可划分为基于像元和面向对象的分类。基于像元的分类方法以像元的光谱信息作为主要依据进行分类，常见的基于像元的遥感影像分类方法有：最小距离分析法^[11]，最大似然分类法^[12]，K-均值聚类法^[13]和ISODATA 聚类法^[14]等。随着遥感技术不断发展与成熟，遥感影像空间分辨率不断提高。一般地，我们将空间分辨率高于 5m 遥感影像称作高分辨率遥感影像^[15]。高分辨率影像相比低分辨率影像来说光谱信息相对匮乏，而高分辨率影像的几何、纹理等信息却更加丰富。基于像元的分类方法应用到高分辨率影像中会导致影像解译速度慢，同时椒盐噪声极易产生，因而其不适用于高分辨率影像分类^[16]。

面向对象的高分辨率影像分类方法将影像中邻域同质像元组成的对象作为分类单元，充分利用影像地物的形状、纹理等特征，更适合高分辨率影像分类与识别^[15]。早在1976年，Kettig 和 Robert^[17]就将面向对象的思想引入遥感影像研究领域中。随后，Lobo 和 Chic 等人^[18]将面向对象分类方法应用到遥感影像分类中，通过实验证明了

在高分辨率影像识别任务中面向对象的分类方法比基于像元的方法识别速度更快，分类精度更高。Geneletti^[2]和Guo^[2]分别从非监督分类的研究方向表明面向对象分类方法是基于像元方法的有效替代。

1.2.2 基于深度学习技术影像识别与分类研究现状

顶顶顶

1.3 本文的组织结构

封面的例子请参看 cover.tex。主要符号表参看 denation.tex，附录和

1.4 本文主要创新点

封面的例子请参看 cover.tex。主要符号表参看 denation.tex，附录和

第 2 章 研究区与数据集介绍

2.1 其它例子

在第 ?? 章中我们学习了贝叶斯公式 (??)，这里我们复习一下：

$$p(y|\mathbf{x}) = \frac{p(\mathbf{x}, y)}{p(\mathbf{x})} = \frac{p(\mathbf{x}|y)p(y)}{p(\mathbf{x})} \quad (2-1)$$

2.1.1 绘图

本模板不再预先装载任何绘图包（如 `pstricks`，`pgf` 等），完全由你自己来决定。个人觉得 `pgf` 不错，不依赖于 `Postscript`。此外还有很多针对 `LATEX` 的 GUI 作图工具，如 `XFig(jFig)`, `WinFig`, `Tpx`, `Ipe`, `Dia`, `Inkscape`, `LaTeXPiX`, `jPicEdt`, `jaxdraw` 等等。

2.1.2 插图

强烈推荐《`LATEX 2ε`插图指南》！关于子图形的使用细节请参看 `subfig` 的说明文档。

2.1.2.1 一个图形

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^①，这也是刚使用 `LATEX` 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。比如图 1。

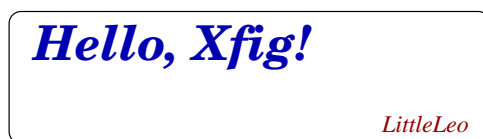


图 1 利用 `Xfig` 制图

大学之道，在明明德，在亲民，在止于至善。知止而后有定；定而后能静；静而后能安；安而后能虑；虑而后能得。物有本末，事有终始。知所先后，则近道矣。古之欲明明德于天下者，先治其国；欲治其国者，先齐其家；欲齐其家者，先修其身；欲修其

^① This is not a bug, but a feature of `LATEX`!

表 1 表格排序测试

111	222
222	333

身者，先正其心；欲正其心者，先诚其意；欲诚其意者，先致其知；致知在格物。物格而后知至；知至而后意诚；意诚而后心正；心正而后身修；身修而后家齐；家齐而后国治；国治而后天下平。自天子以至于庶人，壹是皆以修身为本。其本乱而未治者否矣。其所厚者薄，而其所薄者厚，未之有也！

——《大学》

古之学者必有师。师者，所以传道受业解惑也。人非生而知之者，孰能无惑？惑而不从师，其为惑也，终不解矣。生乎吾前，其闻道也固先乎吾，吾从而师之；生乎吾後，其闻道也亦先乎吾，吾从而师之。吾师道也，夫庸知其年之先後生於吾乎！是故无贵无贱无长无少，道之所存，师之所存也。

嗟乎！师道之不传也久矣，欲人之无惑也难矣。古之圣人，其出人也远矣，犹且从师而问焉；今之众人，其下圣人也亦远矣，而耻学於师。是故圣益圣，愚益愚。圣人之所以为圣，愚人之所以为愚，其皆出於此乎？爱其子，择师而教之，於其身也，则耻师焉，惑焉。彼童子之师，授之书而习其句读者，非吾所谓传其道、解其惑者也。句读之不知，惑之不解，或师焉，或不焉，小学而大遗，吾未见其明也。巫医、乐师、百工之人不耻相师，士大夫之族曰“师”曰“弟子”之云者，则群聚而笑之。问之，则曰：彼与彼年相若也，道相似也，位卑则足羞，官盛则近谀。呜呼！师道之不复，可知矣。巫医、乐师、百工之人。吾子不齿，今其智乃反不能及，其可怪也欤！圣人无常师。孔子师郯子、苌子、师襄、老聃。郯子之徒，其贤不及孔子。孔子曰：“三人行，必有我师。”是故弟子不必不如师，师不必贤於弟子。闻道有先後，术业有专攻，如是而已。

李氏子蟠，年十七，好古文、六艺，经传皆通习之，不拘於时，学於余。余嘉其能行古道，作师说以贻之。

——韩愈（唐）

第 3 章 基于改进的区间二型模糊集的遥感影像聚类分割

由于遥感影像数据固有的不确定性，模糊C-均值聚类（FCM）方法被广泛应用到遥感影像聚类分割中。另外，随着高分辨率遥感影像包含细节与特征信息，遥感影像聚类处理的对象由传统的基于像元发展为面向对象的聚类分割。

3.1 三角形模糊集值的建模

封面的例子请参看 `cover.tex`。主要符号表参看 `denation.tex`，附录和个人简历分别参看 `appendix01.tex` 和 `resume.tex`。里面的命令都非常简单，一看即会。^①

3.2 字体命令

苏轼（1037-1101），北宋文学家、书画家。字子瞻，号东坡居士，眉州眉山（今属四川）人

^① 你说还是看不懂？怎么会呢？

第 4 章 方法二

小老鼠偷吃热凉粉；短长虫环绕矮高粱。^①

4.1 封面相关

封面的例子请参看 `cover.tex`。主要符号表参看 `denation.tex`，附录和个人简历分别参看 `appendix01.tex` 和 `resume.tex`。里面的命令都非常简单，一看即会。^②

4.2 字体命令

苏轼（1037-1101），北宋文学家、书画家。字子瞻，号东坡居士，眉州眉山（今属四川）人

① 韩愈（768-824），字退之，河南河阳（今河南孟县）人，自称郡望昌黎，世称韩昌黎。幼孤贫刻苦好学，德宗贞元八年进士。曾任监察御史，因上疏请免关中赋役，贬为阳山县令。后随宰相裴度平定淮西迁刑部侍郎，又因上表谏迎佛骨，贬潮州刺史。做过吏部侍郎，死谥文公，故世称韩吏部、韩文公。是唐代古文运动领袖，与柳宗元合称韩柳。诗力求险怪新奇，雄浑重气势。

② 你说还是看不懂？怎么会呢？

第 5 章 第五章

小老鼠偷吃热凉粉；短长虫环绕矮高粱。^①

5.1 封面相关

封面的例子请参看 `cover.tex`。主要符号表参看 `denation.tex`，附录和个人简历分别参看 `appendix01.tex` 和 `resume.tex`。里面的命令都非常简单，一看即会。^②

5.2 字体命令

苏轼（1037-1101），北宋文学家、书画家。字子瞻，号东坡居士，眉州眉山（今属四川）人

① 韩愈（768-824），字退之，河南河阳（今河南孟县）人，自称郡望昌黎，世称韩昌黎。幼孤贫刻苦好学，德宗贞元八年进士。曾任监察御史，因上疏请免关中赋役，贬为阳山县令。后随宰相裴度平定淮西迁刑部侍郎，又因上表谏迎佛骨，贬潮州刺史。做过吏部侍郎，死谥文公，故世称韩吏部、韩文公。是唐代古文运动领袖，与柳宗元合称韩柳。诗力求险怪新奇，雄浑重气势。

② 你说还是看不懂？怎么会呢？

第 6 章 总结与展望

小老鼠偷吃热凉粉；短长虫环绕矮高粱。^①

6.1 本文的主要内容

封面的例子请参看 `cover.tex`。主要符号表参看 `denation.tex`，附录和个人简历分别参看 `appendix01.tex` 和 `resume.tex`。里面的命令都非常简单，一看即会。^②

6.2 未来的期望

苏轼（1037-1101），北宋文学家、书画家。字子瞻，号东坡居士，眉州眉山（今属四川）人

① 韩愈（768-824），字退之，河南河阳（今河南孟县）人，自称郡望昌黎，世称韩昌黎。幼孤贫刻苦好学，德宗贞元八年进士。曾任监察御史，因上疏请免关中赋役，贬为阳山县令。后随宰相裴度平定淮西迁刑部侍郎，又因上表谏迎佛骨，贬潮州刺史。做过吏部侍郎，死谥文公，故世称韩吏部、韩文公。是唐代古文运动领袖，与柳宗元合称韩柳。诗力求险怪新奇，雄浑重气势。

② 你说还是看不懂？怎么会呢？

参考文献

- [1] 李石华, 王金亮, 毕艳, et al. 遥感图像分类方法研究综述[J]. 国土资源遥感, 2005, 2(5):1–6.
- [2] 张俊, 于庆国, 侯家槐. 面向对象的高分辨率影像分类与信息提取[J]. 遥感技术与应用, 2010, 25(1):112–117.
- [3] 李德仁, 童庆禧, 李荣兴, et al. 高分辨率对地观测的若干前沿科学问题[J]. 中国科学: 地球科学, 2012, 42(6):805–813.
- [4] 邬伦, 承继成, 史文中, et al. 地理信息系统数据的不确定性问题[D]. 2006.
- [5] Hui He, Xianchuan Yu. A comparison of PCA/ICA for data preprocessing in remote sensing imagery classification[C]. Proceedings of MIPPR 2005: Image Analysis Techniques, volume 6044. International Society for Optics and Photonics, 2005. 604408.
- [6] Geoffrey E Hinton, Simon Osindero, Yee-Whye Teh. A fast learning algorithm for deep belief nets[J]. Neural computation, 2006, 18(7):1527–1554.
- [7] Yoshua Bengio, et al. Learning deep architectures for AI[J]. Foundations and trends® in Machine Learning, 2009, 2(1):1–127.
- [8] Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Geoffrey E Hinton. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks[C]. In: F. Pereira, C. J. C. Burges, L. Bottou, et al., (eds.). Proceedings of Advances in Neural Information Processing Systems 25. Curran Associates, Inc., 2012: 1097–1105.
- [9] John R Jensen, Kalmesh Lulla. Introductory digital image processing: a remote sensing perspective[J]. 1987.
- [10] MBDY Djukanovic, Borivoje Babic, Dijan J Sobajic, et al. Unsupervised/supervised learning concept for 24-hour load forecasting[C]. Proceedings of IEE Proceedings C (Generation, Transmission and Distribution), volume 140. IET, 1993. 311–318.
- [11] AG Wacker, DA Landgrebe. Minimum distance classification in remote sensing[J]. 1972.
- [12] Alan H Strahler. The use of prior probabilities in maximum likelihood classification of remotely sensed data[J]. Remote sensing of Environment, 1980, 10(2):135–163.
- [13] Peter M Atkinson, P Lewis. Geostatistical classification for remote sensing: an introduction[J]. Computers & Geosciences, 2000, 26(4):361–371.
- [14] Frank Paul, Andreas Kääb, Max Maisch, et al. The new remote-sensing-derived Swiss glacier inventory: I. Methods[J]. Annals of Glaciology, 2002, 34:355–361.

- [15] 张永生, 巩丹超, 刘军, et al. 高分辨率遥感卫星应用[J]. 科学出版社, 北京, 2004.
- [16] Thomas Blaschke. Object based image analysis for remote sensing[J]. ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, 2010, 65(1):2–16.
- [17] Robert Lawrence Kettig, DA Landgrebe. Classification of multispectral image data by extraction and classification of homogeneous objects[J]. IEEE Transactions on geoscience Electronics, 1976, 14(1):19–26.
- [18] A Lobo, O Chic, A Casterad. Classification of Mediterranean crops with multisensor data: per-pixel versus per-object statistics and image segmentation[J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(12):2385–2400.

学术成果

1. **Tao Jiang**, Dan Hu, and Xianchuan Yu. Enhanced IT2FCM algorithm using object-based triangular fuzzy set modeling for remote-sensing clustering[J]. Computers & geosciences, 2018, 118: 14-26. (SCI 三区收录, 检索号:GQ6TC.)
2. Dan Hu, **Tao Jiang**, and Xianchuan Yu. The construction of non-convex fuzzy sets. 2017 13th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD), Guilin, 2017, pp. 1175-1181. (EI 收录, 检索号:20183005590187.)

作者攻读硕士学位期间主要参与的项目

- (1) 自适应循优 n 型模糊系统及其应用研究, 国家自然科学基金面上项目 (11471045), 2015.01-2018.12.
- (2) 基于稀疏成分分析的找矿信息识别, 国家自然科学基金面上项目 (41672323), 2017.01-2020.12.

致 谢

衷心感谢导师 xxx 教授和物理系 xxx 副教授对本人的精心指导。他们的言传身教将使我终生受益。

在美国麻省理工学院化学系进行九个月的合作研究期间，承蒙 xxx 教授热心指导与帮助，不胜感激。感谢 xx 实验室主任 xx 教授，以及实验室全体老师和同学们的热情帮助和支持！本课题承蒙国家自然科学基金资助，特此致谢。

感谢清华的薛瑞尼及相关同学，他们制作维护的清华学位论文模板极大的方便了 \LaTeX 用户的论文写作。

江涛

2019年 3月