



南京大学

研究生毕业论文 (申请硕士学位)

论文题目 自然语言处理中文本表示与建模研究

作者姓名 牛力强

学科、专业方向 计算机技术

指导教师 戴新宇 副教授

研究方向 自然语言处理

2016 年 2 月 23 日

学 号：**MF1333036**

论文答辩日期：**2016 年 6 月 1 日**

指 导 教 师： (签字)

A Research on Text Representation and Modelling for Natural Language Processing

by

NIU Li-Qiang

Supervised by

Associate Professor DAI Xin-Yu

A dissertation submitted to
the graduate school of Nanjing University
in partial fulfilment of the requirements for the degree of

MASTER

in

Computer Technology



Department of Computer Science and Technology
Nanjing University

Mar 1, 2013

南京大学研究生毕业论文中文摘要首页用纸

毕业论文题目：自然语言处理中文本表示与建模研究

计算机技术 专业 2013 级硕士生姓名：牛力强
指导教师（姓名、职称）：戴新宇 副教授

摘 要

自然语言同语音、图像并列为人工智能研究领域的三大重要元素。特别地，自 2006 年以来深度学习技术在机器学习以及人工智能领域取得重大突破。其中，语音识别、计算机视觉、图像处理等典型人工智能任务取得了重大进展与广泛应用。但是，不同于语音、图像等原始信号或者信息，自然语言是人类高度抽象之后的产物。因此，深度学习等机器学习技术在面对自然语言处理任务时依旧面临较大的挑战。

传统的自然语言处理任务包括了语言建模、机器翻译、文本分类、情感分析、句法分析、中文分词、复述识别、自动问答等等。传统的自然语言处理方法大多是将有监督机器学习模型方法等根据对应的任务加以修改应用。例如，基于短语的统计机器翻译采用双语平行语料，依据源语言与目标语言词对齐方法来构建翻译模型，之后用此翻译模型来将源语言翻译为目标语言；文本分类、情感分析、复述识别等都是将具体的任务转换为有监督机器学习中二分类或者多分类任务，不同的任务采取不同的特征提取方法，进而构建对应的分类器；句法分析、中文分词等任务采用条件随机场等图模型方法来，基于特征模板来提取特征进而构造有监督分类器来进行参数学习。可以看到传统自然语言处理处理的最大局限在于采用有监督的机器学习方法，而现实中有监督方法所需的标记语料是相对有限且人工成本昂贵。因此，传统有监督机器学习方法在自然语言处理任务中的效果并不理想依旧面临很大的问题与挑战。

在此背景下，诸多研究者意识到深度学习的下一个突破口是自然语言处理方向。深度学习在语音以及图像等领域的成果得益于多层神经网络基于大量的未标注语料中的层次表示学习能力。如在图像中，神经网络通过层次化的学习可以学习到像素、边缘、部分、图像的表示，之后通过这些不同层级的特征来构造分类器。可以看到多层神经网络在处理图像时模拟人脑的处理过程，因此

深度学习得以取得重大突破，语音识别也类似。因此，研究者将自然语言处理的突破寄望于深度学习。近年来，研究者也开始探索文本的层次化表示学习，并希望通过基于深度学习的文本表示方法来提升传统的自然语言处理任务。

文本表示与建模是自然语言处理中一项基础任务，好的文本表示方法将直接有益于各种自然语言处理任务。传统的文本表示方法是基于词袋模型，即将所有的词组成高维 0/1 特征空间，若词出现，则对应维度置为 1，否则置为 0。词袋模型的好处在于简单高效，但是面临众多严重的问题，如维度灾难、数据稀疏、缺失语义表达能力等。而最新的基于深度学习的文本表示方法通过多层神经网络的学习将文本中的多层结构（词、短语、句子、段落、文档等）映射至一个低维连续的空间，每一种类型的文本都对应一个低维连续值的向量。因此，新的深度学习文本表示方法完美的克服了原来词袋模型的弊端，而且在各类自然语言处理任务中取得了最好的结果。如基于神经网络的机器翻译、基于神经网络的文本分类、情感分析、复述识别等等。基于近年来深度学习用于自然语言处理任务所取得的成果，本文集中在自然语言处理中的文本表示以及建模问题进行了探索。相比原有的深度学习的文本表示与建模方法，本文对其进行了多方面的扩展：（1）借助于潜在狄利克雷分布挖掘到词主题信息，将词表示扩展到主题表示；（2）将词表示学习扩展到联合学习词及其属性表示；（3）将词表示应用到狄利克雷分布中提升词主题发现。针对扩展之后的模型方法，本文进行了多方面的实验验证评估，实验结果表明扩展之后的方法均优于原有的模型方法。

关键词： 人工智能；深度学习；自然语言处理；文本表示；神经网络；文本建模

南京大学研究生毕业论文英文摘要首页用纸

THESIS: A Research on Text Representation and Modelling
for Natural Language Processing
SPECIALIZATION: Computer Technology
POSTGRADUATE: NIU Li-Qiang
MENTOR: Associate Professor DAI Xin-Yu

Abstract

Natural language
Traditional
Based on the
Text representation

keywords: Artificial Intelligence, Deep Learning, Natural Language Processing, Text Representation, Neural Networks, Text Modelling

前言

在机器学习系统的设计过程中，数据的表示是一项基础工程，好的数据表示方法能够提升整个系统的性能。传统思路下研究者们重点关注如何设计出更好的模型系统来达到更好的结果，而数据的表示则大多采用人工设计的方法。但是，近年来随着互联网大数据时代的到来以及 2006 年深度学习技术的兴起，大数据及数据表示方法在机器学习系统中扮演的角色越来越重要。特别地，基于深度学习技术，采用多层神经网络学习数据的层次化表示迅速成为一大研究热点，而且已经取得不俗的成果。

在自然语言处理领域中，文本表示则是一项基础任务，好的文本表示方法将直接有益于后续各项自然语言处理任务。传统的文本表示方法是基于词袋模型，即将所有的词组成高维 0/1 特征空间，若词出现，则对应维度置为 1，否则置为 0。词袋模型的好处在于简单高效，但是面临众多严重的问题，如维度灾难、数据稀疏、缺失语义表达能力等。而最新的基于深度学习的文本表示方法通过多层神经网络的学习将文本中的多层结构（词、短语、句子、段落、文档等）映射至一个低维连续的空间，每一种类型的文本都对应一个低维连续值的向量。因此，新的深度学习文本表示方法完美的克服了原来词袋模型的弊端，而且在各类自然语言处理任务中取得了最好的结果。如基于神经网络的机器翻译、基于神经网络的文本分类、情感分析、复述识别等等。

基于近年来深度学习用于自然语言处理任务所取得的成果，本文集中对自然语言处理中的文本表示以及建模问题进行了探索。相比原有基于深度学习的文本表示与建模方法，本文对其进行了多方面的扩展：

1. 借助于潜在狄利克雷分布^[1]挖掘到词主题信息，将词表示扩展到主题表示。潜在狄利克雷分布是一个生成式模型，旨在挖掘文本结构化层次信息，即词、主题、文档三者之间的关系。另外，潜在狄利克雷分布假设文档由一组隐藏的主题所构成，而文档中的每一个词均由某一主题所生成。
2. 将词表示学习扩展到联合学习词及其属性表示。
3. 将词表示应用到狄利克雷分布中提升词主题发现。

针对扩展之后的模型方法，本文进行了多方面的实验验证评估，实验结果

表明扩展之后的方法均优于原有的模型方法。

牛力强
2016 年夏于南京大学

目次

前 言	v
目 次	vii
插图清单	xi
附表清单	xiii
1 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的与意义	1
1.2.1 现有解决方法	1
1.2.2	1
1.3 研究的应用背景	1
1.4 论文结构	1
2 神经网络语言模型与词向量表示	3
2.1 神经网络语言模型	3
2.2 Word2Vec 词向量表示	3
2.3 本章小结	3
3 主题向量表示	5
3.1 Topic2Vec 主题向量表示	5
3.2 实验及分析	5
3.3 本章小结	5
4 联合学习词及其属性向量表示	7
4.1 联合学习词及其属性向量表示	7
4.2 实验及分析	7

4.3 本章小结	7
5 融合词向量主题模型	9
5.1 潜在狄里克雷分布主题模型	9
5.2 融合词向量主题模型	9
5.3 实验及分析	9
5.4 本章小结	9
6 结论	11
致 谢	13
A 博士 (硕士) 学位论文编写格式规定 (试行)	15
A.1 适用范围	15
A.2 引用标准	15
A.3 印制要求	15
A.4 编写格式	15
A.5 前置部分	16
A.5.1 封面 (博士论文国图版用)	16
A.5.2 题名	16
A.5.3 前言	17
A.5.4 摘要	17
A.5.5 关键词	17
A.5.6 目次页	17
A.5.7 插图和附表清单	17
A.6 主体部分	18
A.6.1 格式	18
A.6.2 序号	18
A.6.3 绪论	18
A.6.4 正文	19
A.6.5 结论	21
A.6.6 致谢	21
A.6.7 参考文献表	22
A.7 附录	22

A.8 结尾部分 (必要时)	23
参考文献	25
A 图论基础知识	27
简历与科研成果	29
学位论文出版授权书	31
A.1 研究目的与意义	33
A.1.1 现有解决方法	33
A.1.2 现有问题与不足	36
A.1.3 中心观点与思想	45
A.1.4 需要解决的问题与挑战	46
A.2 研究的应用背景	49
A.2.1 IaaS 云中心	49
A.2.2 PaaS 云中心	50
A.3 论文结构	52

插图清单

A-1	测试附录中的插图	18
A-2	测试附录中的插图	19
A-1	测试插图	49

附表清单

6-1	测试表格.....	12
A-1	测试表格.....	34

第一章 绪论

1.1 研究背景

1.2 研究目的与意义

1.2.1 现有解决方法

1.2.2

1.3 研究的应用背景

1.4 论文结构

第二章 神经网络语言模型与词向量表示

2.1 神经网络语言模型

2.2 Word2Vec 词向量表示

2.3 本章小结

第三章 主题向量表示

3.1 Topic2Vec 主题向量表示

3.2 实验及分析

3.3 本章小结

第四章 联合学习词及其属性向量 表示

4.1 联合学习词及其属性向量表示

4.2 实验及分析

4.3 本章小结

第五章 融合词向量主题模型

5.1 潜在狄里克雷分布主题模型

5.2 融合词向量主题模型

5.3 实验及分析

5.4 本章小结

第六章 结论

本文在第??章中，通过考虑数据中心网络布局构建中的最大度限制问题，提出了符合数据中心网络基本要求的 DS 小世界模型，并分析了它的性质。随后提出 SIDN，将 DS 模型映射到具体的网络结构中，并分析了所构成网络的平均直径、网络总带宽、对故障的容错能力等各项网络性能。

分析与仿真实验证明，SIDN 网络具有很好的扩展能力，网络总带宽与网络规模成近似线性增长的关系；具有很强的容错能力，链路损坏与节点损坏几乎无法破坏网络的联通性，故障率对网络性能的影响与破坏节点/链路占总资源比率线性相关。

随后在第??章中，分析了无尺度网络在数据中心网络构建应用中的理论方面问题。对 Scafida^[7] 文中所述在最大度限制的情况下运用 BA 算法构造的网络并不会损失无尺度性质的观点，进行了深入的分析，并指出了该论点的局限性。

在给出了在引入节点最大度限制之后，利用分治和递归的思想，对无尺度网络进行多层构建，对所构造的网络进行度-度相关性，以及聚类性分析。

表 6-1 用于测试表格。随后分析了无尺度网络构造过程中，交换机节点与数据节点的角色区别，分析了两者在不同比率下形成的网络形态，以及对网络性能造成的影响。

通过理论分析和仿真实验，分析并找出比率因子 q 的最佳取值。此外，无尺度现象的引入提高了网络的聚类系数，从而在不失灵活性可靠性的基础上，进一步提升了网络的性能。

在第??章中，将关注点转移到交换机本身。由于图论难以描述数据中心网络中的交换设备，因此放弃基于图的抽象模型，转而基于多维簇划分的思想，提出并设计了 WarpNet 网络模型。

该网络模型突破了基于图描述的局限性，并对网络的带宽等指标进行理论分析并给出定量描述。最后对比了理论分析、仿真测试结果，并在实际物理环境中进行真实部署，通过 6 节点的小规模实验以及 1000 节点虚拟机的大规模实验，表明该模型的理论分析、仿真测试与实际实验吻合，并在网络性能、容错

表 6-1: 测试表格

文档域类型	Java 类型	宽度 (字节)	说明
BOOLEAN	boolean	1	
CHAR	char	2	UTF-16 字符
BYTE	byte	1	有符号 8 位整数
SHORT	short	2	有符号 16 位整数
INT	int	4	有符号 32 位整数
LONG	long	8	有符号 64 位整数
STRING	String	字符串长度	以 UTF-8 编码存储
DATE	java.util.Date	8	距离 GMT 时间 1970 年 1 月 1 日 0 点 0 分 0 秒的毫秒数
BYTE_ARRAY	byte[]	数组长度	用于存储二进制值
BIG_INTEGER	java.math.BigInteger	和具体值有关	任意精度的长整数
BIG_DECIMAL	java.math.BigDecimal	和具体值有关	任意精度的十进制实数

能力、伸缩性灵活性方面得到了进一步的提升。

在第 ?? 章中，针对网络模型研究这一类工作的共性，设计构造通用验证平台系统。以海量虚拟机和虚拟分布式交换机的形式，实现了基于少量物理节点，对大规模节点的模拟。其模拟运行的过程与真实运行在实现层面完全一致，运行的结果与真实环境线性相关。除为本文所涉若干网络模型提供验证外，可进一步推广到更为广泛的领域，为各种网络模型及路由算法的研究工作，提供分析、指导与验证。

致 谢

首先感谢我的母亲韦春花对我的支持。其次感谢我的导师陈近南对我的精心指导和热心帮助。接下来，感谢我的师兄茅十八和风际中，他们阅读了我的论文草稿并提出了很有价值的修改建议。

最后，感谢我亲爱的老婆们：双儿、苏荃、阿珂、沐剑屏、曾柔、建宁公主、方怡，感谢你们在生活上对我无微不至的关怀和照顾。我爱你们！

附录 A 博士 (硕士) 学位论文编写 格式规定 (试行)

A.1 适用范围

本规定适用于博士学位论文编写，硕士学位论文编写应参照执行。

A.2 引用标准

GB7713 科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式。

GB7714 文后参考文献著录规则。

A.3 印制要求

论文必须用白色纸印刷，并用 A4(210mm×297mm) 标准大小的白纸。纸的四周应留足空白边缘，上方和左侧应空边 25mm 以上，下方和右侧应空边 20mm 以上。除前置部分外，其它部分双面印刷。

论文装订不要用铁钉，以便长期存档和收藏。

论文封面与封底之间的中缝（书脊）必须有论文题目、作者和学校名。

A.4 编写格式

论文由前置部分、主体部分、附录部分 (必要时)、结尾部分 (必要时) 组成。

前置部分包括封面，题名页，声明及说明，前言，摘要 (中、英文)，关键词，目次页，插图和附表清单 (必要时)，符号、标志、缩略词、首字母缩写、单位、术语、名词解释表 (必要时)。

主体部分包括绪论 (作为正文第一章)、正文、结论、致谢、参考文献表。

附录部分包括必要的各种附录。

结尾部分包括索引和封底。

A.5 前置部分

A.5.1 封面 (博士论文国图版用)

封面是论文的外表面, 提供应有的信息, 并起保护作用。

封面上应包括下列内容:

1. 分类号在左上角注明分类号, 便于信息交换和处理。一般应注明《中国图书资料分类法》的类号, 同时应注明《国际十进分类法 UDC》的类号;
2. 密级在右上角注明密级;
3. “博士学位论文”用大号字标明;
4. 题名和副题名用大号字标明;
5. 作者姓名;
6. 学科专业名称;
7. 研究方向;
8. 导师姓名, 职称;
9. 日期包括论文提交日期和答辩日期;
10. 学位授予单位。

A.5.2 题名

题名是以最恰当、最简明的词语反映论文中最重要的特定内容的逻辑组合。

题名所用每一词语必须考虑到有助于选定关键词和编写题录、索引等二次文献可以提供检索的特定实用信息。

题名应避免使用不常见的缩略词、首字母缩写字、字符、代号和公式等。

题名一般不宜超过 20 字。

论文应有外文题名, 外文题名一般不宜超过 10 个实词。

可以有副题名。

题名在整本论文中不同地方出现时, 应完全相同。

A.5.3 前言

前言是作者对本论文基本特征的简介，如论文背景、主旨、目的、意义等并简述本论文的创新性成果。

A.5.4 摘要

摘要是论文内容不加注释和评论的简单陈述。

论文应有中、英文摘要，中、英文摘要内容应相同。

摘要应具有独立性和自含性，即不阅读论文的全文，便能获得必要的信息，摘要中有数据、有结论，是一篇完整的短文，可以独立使用，可以引用，可以用于推广。摘要的内容应包括与论文同等量的主要信息，供读者确定有无必要阅读全文，也供文摘等二次文献引用。摘要的重点是成果和结论。

中文摘要一般在 1500 字，英文摘要不宜超过 1500 实词。

摘要中不用图、表、化学结构式、非公知公用的符号和术语。

A.5.5 关键词

关键词是为了文献标引工作从论文中选取出来用于表示全文主题内容信息款目的单词或术语。

每篇论文选取 3 – 8 个词作为关键词，以显著的字符另起一行，排在摘要的左下方。在英文摘要的左下方应标注与中文对应的英文关键词。

A.5.6 目次页

目次页由论文的章、节、附录等的序号、名称和页码组成，另页排在摘要的后面。

A.5.7 插图和附表清单

论文中如图表较多，可以分别列出清单并置于目次页之后。

图的清单应有序号、图题和页码。表的清单应有序号、表题和页码。

符号、标志、缩略词、首字母缩写、计量单位、名词、术语等的注释表符号、标志、缩略词、首字母缩写、计量单位、名词、术语等的注释说明汇集表，应置于图表清单之后。

A.6 主体部分

A.6.1 格式

主体部分由绪论开始，以结论结束。主体部分必须由另页右页开始。每一章必须另页开始。全部论文章、节、目的格式和版面安排要划一，层次清楚。

A.6.2 序号



图 A-1: 测试附录中的插图

论文的章可以写成：第一章。节及节以下均用阿拉伯数字编排序号，如 1.1, 1.1.1 等。

论文中的图、表、附注、参考文献、公式、算式等一律用阿拉伯数字分别分章依序连续编排序号。其标注形式应便于互相区别，一般用下例：图 1.2；表 2.3；附注 1)；文献 [4]；式 (6.3) 等。

论文一律用阿拉伯数字连续编页码。页码由首页开始，作为第 1 页，并为右页另页。封页、封二、封三和封底不编入页码，应为题名页、前言、目次页等前置部分单独编排页码。页码必须标注在每页的相同位置，便于识别。

$$C_i = \frac{2E_i}{k_i(k_i - 1)} \quad (\text{A-1})$$

附录依序用大写正体 A、B、C、… 编序号，如：附录 A。附录中的图、表、式、参考文献等另行编序号，与正文分开，也一律用阿拉伯数字编码，但在数码前题以附条序号，如图 A.1；表 B.2；式 (B.3)；文献 [A.5] 等。

A.6.3 绪论

绪论（综述）：简要说明研究工作的目的、范围、相关领域的前人工作和知识空白、理论基础和分析，研究设想、研究方法和实验设计、预期结果和意

义等。一般在教科书中有的知识，在绪论中不必赘述。

绪论的内容应包括论文研究方向相关领域的最新进展、对有关进展和问题的评价、本论文研究的命题和技术路线等；绪论应表明博士生对研究方向相关的学科领域有系统深入的了解，论文具有先进性和前沿性；

问题 A-1 测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。

为了反映出作者确已掌握了坚实的基础理论和系统的专门知识，具有开阔的科学视野，对研究方案作了充分论证，绪论应单独成章，列为第一章，绪论的篇幅应达 1 ~ 2 万字，不得少于 1 万字；绪论引用的文献应在 100 篇以上，其中外文文献不少于 60%；引用文献应按正文中引用的先后排列。

A.6.4 正文

论文的正文是核心部分，占主要篇幅。正文必须实事求是，客观真切，准确完备，合乎逻辑，层次分明，简便可读。



图 A-2: 测试附录中的插图

正文的每一章 (除绪论外) 应有小结，在小结中应明确阐明作者在本章中所做的工作，特别是创新性成果。凡本论文要用的基础性内容或他人的成果不应单独成章，也不应作过多的阐述，一般只引结论、使用条件等，不作推导。

A.6.4.1 图

图包括曲线图、构造图、示意图、图解、框图、流程图、记录图、布置图、地图、照片、图版等。

图应具有“自明性”，即只看图、图题和图例，不阅读正文，就可以理解图意。

图应编排序号。每一图应有简短确切的图题，连同图号置于图下。必要时，应将图上的符号、标记、代码，以及实验条件等，用最简练的文字，横排

于图题下方,作为图例说明。

例 A-1 测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。测试定理环境。

曲线图的纵、横坐标必须标注“量、标准规定符号、单位”。此三者只有在不必要标明(如无量纲等)的情况下方可省略。坐标上标注的量的符号和缩略词必须与正文一致。

照片图要求主题和主要显示部分的轮廓鲜明,便于制版。如用放大缩小的复制品,必须清晰,反差适中。照片上应该有表示目的物尺寸的标度。

A.6.4.2 表

表的编排,一般是内容和测试项目由左至右横读,数据依序竖排。表应有自明性。

表应编排序号。

每一表应有简短确切的表题,连同标号置于表上。必要时,应将表中的符号、标记、代码,以及需要说明事项,以最简练的文字,横排于表题下,作为表注,也可以附注于表下。表内附注的序号宜用小号阿拉伯数字并加圆括号置于被标注对象的右上角,如:xxx¹⁾;不宜用“*”,以免与数学上共轭和物质转移的符号相混。

表的各栏均应标明“量或测试项目、标准规定符号、单位”。只有在无必要标注的情况下方可省略。表中的缩略词和符号,必须与正文中一致。

表内同一栏的数字必须上下对齐。表内不宜用“同上”,“同左”和类似词,一律填入具体数字或文字。表内“空白”代表未测或无此项,“—”或“...”(因“—”可能与代表阴性反应相混)代表未发现,“0”代表实测结果确为零。

如数据已绘成曲线图,可不再列表。

A.6.4.3 数学、物理和化学式

正文中的公式、算式或方程式等应编排序号,序号标注于该式所在行(当有续行时,应标注于最后一行)的最右边。

较长的式,另行居中横排。如式必须转行时,只能在+, -, ×, ÷, <, >处转行。上下式尽可能在等号“=”处对齐。

小数点用“.”表示。大于 999 的整数和多于三位数的小数，一律用半个阿拉伯数字字符的小间隔分开，不用千位撇。对于纯小数应将 0 列于小数点之前。

示例：应该写成 94 652.023 567 和 0.314 325，不应写成 94,652.023,567 和 .314,325。

应注意区别各种字符，如：拉丁文、希腊文、俄文、德文花体、草体；罗马数字和阿拉伯数字；字符的正斜体、黑白体、大小写、上下脚标（特别是多层次，如“三踏步”）、上下偏差等。

A.6.4.4 计量单位

报告、论文必须采用国务院发布的《中华人民共和国法定计量单位》，并遵照《中华人民共和国法定计量单位使用方法》执行。使用各种量、单位和符号，必须遵循附录 B 所列国家标准的规定执行。单位名称和符号的书写方式一律采用国际通用符号。

A.6.4.5 符号和缩略词

符号和缩略词应遵照国家标准的有关规定执行。如无标准可循，可采纳本学科或本专业的权威性机构或学术团体所公布的规定；也可以采用全国自然科学名词审定委员会编印的各学科词汇的用词。如不得不引用某些不是公知公用的、且又不易为同行读者所理解的、或系作者自定的符号、记号、缩略词、首字母缩写字等时，均应在第一次出现时一一加以说明，给以明确的定义。

A.6.5 结论

报告、论文的结论是最终的、总体的结论，不是正文中各段的小结的简单重复。结论应该准确、完整、明确、精炼。在结论中要清楚地阐明论文中有那些自己完成的成果，特别是创新性成果；

如果不可能导出应有的结论，也可以没有结论而进行必要的讨论。可以在结论或讨论中提出建议、研究设想、仪器设备改进意见、尚待解决的问题等。

A.6.6 致谢

可以在正文后对下列方面致谢：

- 国家科学基金、资助研究工作的奖学金基金、合作单位、资助或支持的企业、组织或个人;
- 协助完成研究工作和提供便利条件的组织或个人;
- 在研究工作中提出建议和提供帮助的人;
- 给予转载和引用权的资料、图片、文献、研究思想和设想的所有者;
- 其他应感谢的组织或个人。

A.6.7 参考文献表

A.6.7.1 专著著录格式

主要责任者, 其他责任者, 书名, 版本, 出版地: 出版者, 出版年

例: 1. 刘少奇, 论共产党员的修养, 修订 2 版, 北京: 人民出版社, 1962

A.6.7.2 连续出版物中析出的文献著录格式

析出文献责任者, 析出文献其他责任者, 析出题名, 原文献题名, 版本: 文献中的位置。

例: 2. 李四光, 地壳构造与地壳运动, 中国科学, 1973 (4): 400 — 429

参考文献采用顺序编码制, 按论文正文所引用文献出现的先后顺序连续编码。

A.7 附录

附录是作为报告、论文主体的补充项目, 并不是必需的。

下列内容可以作为附录编于报告、论文后, 也可以另编成册;

1. 为了整篇论文材料的完整, 但编入正文又有损于编排的条理和逻辑性, 这一材料包括比正文更为详尽的信息、研究方法和技术更深入的叙述, 建议可以阅读的参考文献题录, 对了解正文内容有用的补充信息等;
2. 由于篇幅过大或取材于复制品而不便于编入正文的材料;
3. 不便于编入正文的罕见珍贵资料;
4. 对一般读者并非必要阅读, 但对本专业同行有参考价值的资料;
5. 某些重要的原始数据、数学推导、计算程序、框图、结构图、注释、统计表、计算机打印输出件等。

附录与正文连续编页码。

每一附录均另页起。

A.8 结尾部分 (必要时)

为了将论文迅速存储入电子计算机，可以提供有关的输入数据。可以编排分类索引、著者索引、关键词索引等。

参考文献

- [1] BLEI D M, NG A Y, JORDAN M I. Latent dirichlet allocation[J]. the Journal of machine Learning research, 2003, 3 : 993 – 1022.
- [2] GOODFELLOW I, BENGIO Y, COURVILLE A. Deep Learning[H/OL]. 2016.
<http://goodfeli.github.io/dlbook/>.
- [3] DENG L, YU D. Deep learning: Methods and applications[J]. Foundations and Trends in Signal Processing, 2014, 7(3–4) : 197 – 387.

附录 A 图论基础知识

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin.

Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

简历与科研成果

基本信息

牛力强，男，汉族，1991 年 10 月出生，出生于甘肃省甘谷县。

教育背景

2013 年 9 月 — 2016 年 6 月	南京大学计算机科学与技术系	硕士
2009 年 9 月 — 2013 年 6 月	南京大学计算机科学与技术系	本科

攻读硕士学位期间完成的学术成果

1. Liqiang Niu, Xin-Yu Dai, Shujian Huang, and Jiajun Chen. A Unified Framework for Jointly Learning Distributed Representations of Word and Attributes. In Proceedings of 7th Asian Conference on Machine Learning (ACML 2015) November 20-22, 2015, Hong Kong, JMLR: Workshop and Conference Proceedings 45:143–156, 2015
2. Liqiang Niu, Xinyu Dai, Jianbing Zhang, and Jiajun Chen. Topic2Vec: Learning Distributed Representations of Topics. In Proceedings of 2015 International Conference on Asian Language Processing (IALP 2015) pp. 193-196, 24-25 October, 2015, Suzhou, China

攻读硕士学位期间参与的科研课题

1. 国家自然科学基金面上项目“无线传感器网络在知识获取过程中的若干安全问题研究”（课题年限 2010 年 1 月 — 2012 年 12 月），负责位置相关安全问题的研究。
2. 江苏省知识创新工程重要方向项目下属课题“下一代移动通信安全机制研究”（课题年限 2010 年 1 月 — 2010 年 12 月），负责 LTE/SAE 认证相关的安全问题研究。

学位论文出版授权书

本人完全同意《中国优秀博硕士学位论文全文数据库出版章程》（以下简称“章程”），愿意将本人的学位论文提交“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”在《中国博士学位论文全文数据库》、《中国优秀硕士学位论文全文数据库》中全文发表。《中国博士学位论文全文数据库》、《中国优秀硕士学位论文全文数据库》可以以电子、网络及其他数字媒体形式公开出版，并同意编入《中国知识资源总库》，在《中国博硕士学位论文评价数据库》中使用和在互联网上传播，同意按“章程”规定享受相关权益。

作者签名：_____年____月____日

论文题名	自然语言处理中文本表示与建模研究				
研究生学号	MF1333036	所在院系	计算机科学与技术系	学位年度	2013
论文级别	<div><input checked="" type="checkbox"/> 硕士<div><input type="checkbox"/> 硕士专业学位</div></div> <div><input type="checkbox"/> 博士<div><input type="checkbox"/> 博士专业学位</div></div> <div>(请在方框内画勾)</div>				
作者电话	15996276729		作者 Email	simpleniulq2013@gmail.com	
第一导师姓名	戴新宇 副教授		导师电话		

论文涉密情况：

☐ 不保密

☒ 保密，保密期：_____年____月____日至_____年____月____日

注：请将该授权书填写后装订在学位论文最后一页（南大封面）。

A.1 研究目的与意义

A.1.1 现有解决方法

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam

表 A-1: 测试表格

文档域类型	Java 类型	宽度 (字节)	说明
BOOLEAN	boolean	1	
CHAR	char	2	UTF-16 字符
BYTE	byte	1	有符号 8 位整数
SHORT	short	2	有符号 16 位整数
INT	int	4	有符号 32 位整数
LONG	long	8	有符号 64 位整数
STRING	String	字符串长度	以 UTF-8 编码存储
DATE	java.util.Date	8	距离 GMT 时间 1970 年 1 月 1 日 0 点 0 分 0 秒的毫秒数
BYTE_ARRAY	byte[]	数组长度	用于存储二进制值
BIG_INTEGER	java.math.BigInteger	和具体值有关	任意精度的长整数
BIG_DECIMAL	java.math.BigDecimal	和具体值有关	任意精度的十进制实数

nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non

sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

A.1.2 现有问题与不足

测试一下脚注^①，测试一下脚注^②，测试一下脚注^③，测试一下脚注^④，测试一下脚注^⑤，测试一下脚注^⑥，测试一下脚注^⑦，测试一下脚注^⑧，测试一下脚注^⑨，测试一下脚注^⑩。

测试一下引用^[?]，连续引用^[? ??]，另一个连续引用^[? ??]。测试一下带页码的引用^{[?] 124-128}。

下面是一个项目列表：

- 这是第一项。这是第一项。
- 这是第二项。这是第二项。这是第二项。这是第二项。这是第二项。这是第二项。这是第二项。这是第二项。这是第二项。这是第二项。
- 这是第三项。这是第三项。这是第三项。
 - 测试第二层列表。测试第二层列表。
 - 测试第二层列表。测试第二层列表。
 - ◆ 测试第三层列表。测试第三层列表。
 - ◆ 测试第三层列表。测试第三层列表。
 - 测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。
- 这是第四项。这是第四项。这是第四项。
 1. 测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。
 2. 测试第二层列表。测试第二层列表。
 3. 测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。

下面是一个编号列表：

1. 这是第一项。这是第一项。这是第一项。这是第一项。这是第一项。这是第一项。这是第一项。这是第一项。这是第一项。这是第一项。
2. 这是第二项。这是第二项。

^①测试脚注
^②测试脚注
^③测试脚注
^④测试脚注
^⑤测试脚注
^⑥测试脚注
^⑦测试脚注
^⑧测试脚注
^⑨测试脚注
^⑩测试脚注

3. 这是第三项。这是第三项。这是第三项。

- 测试第二层列表。测试第二层列表。
- 测试第二层列表。测试第二层列表。
- 测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。

4. 这是第四项。这是第四项。这是第四项。

(a) 测试第二层列表。测试第二层列表。

- i. 测试第三层列表。测试第三层列表。测试第三层列表。测试第三层列表。测试第三层列表。测试第三层列表。
- ii. 测试第三层列表。测试第三层列表。
- iii. 测试第三层列表。测试第三层列表。测试第三层列表。

(b) 测试第二层列表。测试第二层列表。测试第二层列表。

下面是最多三层的阿拉伯数字列表:

(1) 第 1 项

(2) 第 2 项

(2.1) 第 2.1 项

(2.2) 第 2.2 项

(2.2.1) 第 2.2.1 项

(2.2.2) 第 2.2.2 项

(2.2.3) 第 2.2.3 项

(2.3) 第 2.3 项

(3) 第 3 项

下面是最多两层的罗马数字列表:

i. 第 1 项

ii. 第 2 项

a) 第 2.1 项

b) 第 2.2 项

c) 第 2.3 项

iii. 第 3 项

下面是最多两层的小写字母列表:

a) 第 1 项

b) 第 2 项

b.1) 第 2.1 项

b.2) 第 2.2 项

c) 第3项

情况 1. 第 1 项

子情况 2.1. 第 2.1 项

子情况 2.3. 第 2.3 项

情况 3. 第 3 项

下面是最多两层的步骤列表:

步骤 1. 第 1 项

步骤 2. 第 2 项

子步骤 2.1. 第 2.1 项

子步骤 2.2. 第 2.2 项

子步骤 2.3. 第 2.3 项

步骤3. 第3项

[illegible]

这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一
一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引
用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这
是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。

这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。这是一段引用。

这是一段引用。这是一段引用。

[illegible]

non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. □

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

引理 A-3 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

证明: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. □

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

定义 A-1 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

推论 A-4 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

命题 A-5 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

事实 A-6 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc

nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

假设 A-7 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

猜想 A-8 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

假说 A.1 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin.

Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

公理 A-1 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

公设 A.1 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

定律 A.1 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

问题 A-1 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

解: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

问题 A-2 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

解: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis.

Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

练习 A-1 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

练习 A-2 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

算法 A.1 测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。测试一下定理环境。

A.1.3 中心观点与思想

云计算在概念上通常被分为 IaaS、PaaS、SaaS 几个层面。但透过分类去理解其本质，可认为是上世纪 70 年代基于大型计算机的中心控制型瘦客户端终端模式，在如今技术水平上的一种新的表达，是在技术发展道路中，螺旋上升的结果。

与瘦客户端相比，云计算在设计结构上存在一定的相似性。

1. 中心控制的模式：通过中心的大规模硬件提供统一的计算，可大大降低管理成本，提高硬件资源利用率，同时降低客户端的硬件成本需求。例如 Nvidia 推出 GeForce GRID 平台^[7]，推出了 GaaS^①概念。将 GPU 放置在云端，使得用户不需要再不断购买升级显卡，并可在更为广泛的终端（包括手机、平板、智能电视）和地点体验最新的游戏。
2. 数据集中：由于瘦客户端的关系，数据都集中存储在中心，可对数据提供可靠的保护，并且通过按需调用的实现方式，降低对网络带宽的需求。

在设计思路，两者都为了降低管理成本和硬件成本、以低能耗、高弹性等需求为设计目标。随着技术的进步，云计算在具体实现形态上与传统的大型机也有很大的不同：

一方面，云中心不再是传统的一台大型机，而是用大量廉价计算节点的互联来提供海量资源。云计算更强调资源规模的无缝、平滑扩展，以及高可靠性，无单点故障问题。另一方面，云计算时代的终端，也具备相当计算能力。随着 web2.0 的整合，还有向胖客户端

^①Gaming as a Service

和智能终端发展的趋势。

总而言之，云计算在大框架中是传统的中心控制／终端的模式，但在中心与终端两方面，都引入分布式技术加以改良。核心的思路是在低成本的前提下做到高可靠性、高灵活性和高伸缩性。因此，云计算并不仅仅以数量换性能的表象，本质上为低成本高性能，追求高能效比，并在实现层面讲究可实现性和可操作性。

A.1.4 需要解决的问题与挑战

测试一下中文字体：

宋体，初号

宋体，小初

宋体，一号

宋体，小一

宋体，二号

宋体，小二

宋体，三号

宋体，小三

宋体，四号

宋体，小四

宋体，五号

宋体，小五

宋体，六号

宋体，小六

宋体，七号

宋体，八号

黑体，初号

黑体，小初

黑体，一号

黑体，小一

黑体，二号

黑体，小二

黑体，三号

黑体，小三

黑体，四号

黑体，小四

黑体，五号

黑体，小五

黑体，六号

黑体，小六

黑体，七号

黑体，八号

楷书，初号

楷书，小初

楷书，一号

楷书，小一

楷书，二号

楷书，小二

楷书，三号

楷书，小三

楷书，四号

楷书，小四

楷书，五号

楷书，小五

楷书，六号

楷书，小六

楷书，七号

楷书，八号

仿宋，初号

仿宋，小初

仿宋，一号

仿宋，小一

仿宋，二号

仿宋，小二

仿宋，三号

仿宋，小三

仿宋，四号

仿宋，小四

仿宋，五号

仿宋，小五

仿宋，六号

仿宋，小六

仿宋，七号

仿宋，八号

测试一下标准字号：

汉字，Huge

汉字，huge

汉字，LARGE

汉字，Large

汉字，large

汉字，normalsize

汉字，small

汉字，footnotesize

汉字，scriptsize

汉字，tiny

测试一下标准字体的变形：

宋体 黑体 楷书 仿宋

textsl 字体

bfseries 字体

textbf 字体

textit 字体

测试一下数学公式中的字体大小。

Fall-Out 指标计算公式如下：

$$\text{fallout} = \frac{|\{\text{不相关文档}\} \cap \{\text{获取的文档}\}|}{|\{\text{不相关文档}\}|}$$

A.2 研究的应用背景

云计算作为分布式技术的当前表现形式，通过将众多节点资源整合，以冗余、去中心化的分布式模式，实现传统技术中需要大型机才能解决的海量信息问题。一言而概之，“人多力量大”。

但随着节点数目的增多，问题的重点将逐步转换为如何对大量节点进行高效互联。图 A-1所示为传统 IaaS 云中心网络结构的一部分。通过 BR 边界路由器，AR 接入路由器构建数据中心的主干；核心交换机和接入交换机 S，构成二层交换网络层，大量的服务器节点通过二层交换机被最终接入整个网络。在上述传统网络中，当节点总数达到数千乃至万数



图 A-1: 测试插图

量级时，上层链路的聚合带宽将不断提高，从而对核心交换机、接入路由器、边界路由器的指标提出了极高的要求。以至于少数核心网络设备，成为整个网络中的高价格、高性能单点。一方面与原本追求低成本、分布化、去中心化的云技术设计理念背道而驰，另一方面也降低了网络的健壮性。因而本文所做工作对数据中心的网络基础设施而言，具有较大应用价值。

A.2.1 IaaS 云中心

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

A.2.2 PaaS 云中心

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non

sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis.

Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

A.3 论文结构

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.