

# 中国科学技术大学

# 博士学位论文



## 基于统计模型的话者识别失配补 偿方法研究

作者姓名： 刘青松

学科专业： 电路与系统

导师姓名： 戴蓓蓓 教授

完成时间： 二〇一一年五月



University of Science and Technology of China  
A dissertation for doctor degree



# **Channel Compensation for Statistical Model Based Speaker Verification**

Author :	<u>Qinsong Liu</u>
Speciality :	<u>Circuit and System</u>
Supervisor :	<u>Prof.Beiqian Dai</u>
Finished Time :	<u>May, 2011</u>



基于统计模型的话者识别失配补偿方法研究

二十三系

刘青松

中国科学技术大学



## 中国科学技术大学学位论文原创性声明

本人声明所呈交的学位论文,是本人在导师指导下进行研究工作所取得的成果。除已特别加以标注和致谢的地方外,论文中不包含任何他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的贡献均已在论文中作了明确的说明。

作者签名: \_\_\_\_\_ 签字日期: \_\_\_\_\_

## 中国科学技术大学学位论文授权使用声明

作为申请学位的条件之一,学位论文著作权拥有者授权中国科学技术大学拥有学位论文的部分使用权,即:学校有权按有关规定向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版,允许论文被查阅和借阅,可以将学位论文编入《中国学位论文全文数据库》等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、汇编学位论文。本人提交的电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。

保密的学位论文在解密后也遵守此规定。

☐ 公开 ☐ 保密 \_\_\_\_\_ 年

作者签名: \_\_\_\_\_ 导师签名: \_\_\_\_\_

签字日期: \_\_\_\_\_ 签字日期: \_\_\_\_\_





## 摘 要

本文是中国科学技术大学学位论文的  $\text{\LaTeX}$  模板。除了介绍  $\text{\LaTeX}$  文档类 **CASthesis** 的用法外，本文还是一个简要的学位论文写作指南。

**关键词：** 中国科学技术大学，学位论文， $\text{\LaTeX}$  模板



## ABSTRACT

This paper is a thesis template of University of Science and Technology of China. Besides that the usage of the  $\text{\LaTeX}$  document class `CASthesis`, a brief guideline for writing the thesis is also included.

**Keywords:** University of Science and Technology of China (USTC), Thesis,  $\text{\LaTeX}$  Template



## 目 录

摘 要	I
ABSTRACT	III
目 录	V
表 格	VII
插 图	IX
算 法	XI
主要符号对照表	XIII
第一章 绪论	1
1.1 系统要求	1
1.2 下载与安装	1
1.3 问题反馈	1
第二章 数学公式	3
第三章 表格图形	5
3.1 表格	5
3.2 图形	5
3.2.1 浮动图形	5
参考文献	11
附录 A 关于硕士、博士学位论文撰写要求	13
A.1 对学位论文的基本要求	13
A.1.1 硕士学位论文	13
A.1.2 博士学位论文	13
A.2 对学位论文的格式要求	14
A.2.1 编写要求	14
A.2.2 打印	16
A.2.3 装订	16
致 谢	17
在读期间发表的学术论文与取得的研究成果	19



## 表格

2.1 基于因子分析的失配补偿结果 . . . . .	3
-----------------------------	---





## 插图

3.1	中国科学技术大学校徽（在页面中间）	5
3.2	中国科学技术大学校徽（在页面上方）	6
3.3	中国科学技术大学校徽（在页面下方）	6
3.4	中国科学技术大学校徽（在独立页面中）	8



## 算法

2.1	disjoint decomposition . . . . .	4
-----	----------------------------------	---



## 主要符号对照表

HPC	高性能计算 (High Performance Computing)
cluster	集群
Itanium	安腾
SMP	对称多处理
API	应用程序编程接口
PI	聚酰亚胺
MPI	聚酰亚胺模型化合物, N-苯基邻苯酰亚胺
PBI	聚苯并咪唑
MPBI	聚苯并咪唑模型化合物, N-苯基苯并咪唑
PY	聚吡咙
PMDA-BDA	均苯四酸二酐与联苯四胺合成的聚吡咙薄膜
$\Delta G$	活化自由能 (Activation Free Energy)
$\chi$	传输系数 (Transmission Coefficient)
$E$	能量
$m$	质量
$c$	光速
$P$	概率
$T$	时间
$v$	速度



## 第一章 绪论

中国科学技术大学, 中国科学技术大学, 中国科学技术大学, 中国科学技术大学, 中国科学技术大学, 中国科学技术大学中国科学技术大学, 中国科学技术大学, 中国科学技术大学  
中国科学技术大学

### 1.1 系统要求

### 1.2 下载与安装

<http://code.google.com/p/ustcthesis>

### 1.3 问题反馈

用户在使用中遇到问题或者需要增加某种功能, 请到[瀚海星云 bbs](#), [Tex 版](#)反映。

欢迎大家反馈自己的使用情况, 使我们可以不断改进宏包。





## 第二章 数学公式

$$\begin{aligned}\Pr\{S_i = 0\} &= \frac{a_i}{b_i + a_i} \\ \Pr\{S_i = 1\} &= \frac{b_i}{b_i + a_i}\end{aligned}\tag{2.1}$$

[1]

表 2.1 基于因子分析的失配补偿结果

	#Mix	No-norm		Tnorm	
		EER(%)	MinDCF	EER(%)	MinDCF
GMM-UBM	256	12.43	0.0647	12.85	0.0580
	512	10.02	0.0464	8.88	0.0370
	1024	9.97	0.0457	8.72	0.0372
Factor Analysis	256	8.09	0.0331	7.39	0.0319
	512	7.08	0.0305	6.53	0.0292
	1024	6.83	0.0295	<b>6.29</b>	<b>0.0279</b>

```

input :  $O_t, UBM, U$ 
output:  $x, y$ 

1  $y \leftarrow 0; x_h \leftarrow 0; h = 1, \dots, H$  ;
2 for  $i = 1$  to Number of E-M iterations do
3   E Step:
4   for  $h = 1$  to  $H$  do
5     对于每一条语音段, 计算其 EM 统计量 (零阶统计量  $N_h$ , 一阶统计量  $S_{X,h}$ ;
6   end
7   计算每一个人所有语音段的零阶统计量  $N$ 
8   计算每一个人所有语音段的一阶统计量  $S$ 
9   M Step:
10  for  $j = 1$  to Number of Gauss-Seidel iterations do
11    for  $h = 1$  to  $H$  do
12      估计每一语音段  $h$  的失配因子  $x_h$ 
13    end
14    估计模型的话者因子  $y$ 
15  end
16 end
17 return  $\mu = m + Dy$ 

```

算法 2.1: disjoint decomposition

### 3.1 表格

### 3.2 图形

### 3.2.1 浮动图形

[illegible]

**图 3.1** 中国科学技术大学校徽（在页面中间）

正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。

正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。

正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文正文。

[illegible]

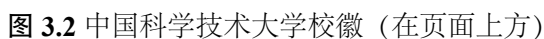
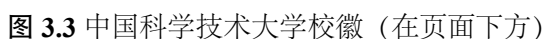
[illegible][illegible]





图 3.4 中国科学技术大学校徽（在独立页面中）

参考文献测试:[2]





## 参考文献

- [1] CT<sub>E</sub>X 翻译小组. *lshort* 中文版 3.20. 2003.
- [2] 邓建松, 彭冉冉, 陈长松. *L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub> 科技排版指南*. 科学出版社, 书号: 7-03-009239-2/TP.1516, 北京, 2001.
- [3] A. Mellinger, C. R. Vidal, and Ch. Jungen. Laser reduced fluorescence study of the carbon-monoxide nd triplet Rydberg series-experimental results and multichannel quantum-defect analysis. *J. Chem. Phys.*, 104(5): 8913–8921, 1996.
- [4] 王磊. *L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub> 插图指南*. 2000.
- [5] 张林波. 关于新版 CCT 的说明. 2003.
- [6] Leslie Lamport. *LaTeX — A Document Preparation System: User's Guide and Reference Manual*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 2nd edition, 1985.
- [7] Donald E. Knuth. *The TeXbook*, volume A of *Computers and Typesetting*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1986.
- [8] Donald E. Knuth. *TeX: The Program*, volume B of *Computers and Typesetting*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1986.
- [9] Donald E. Knuth. *The METAFONTbook*, volume C of *Computers and Typesetting*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1986.
- [10] Donald E. Knuth. *METAFONT: The Program*, volume D of *Computers and Typesetting*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1986.
- [11] Donald E. Knuth. *Computer Modern Typefaces*, volume E of *Computers and Typesetting*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1986.



## 附录 A 关于硕士、博士学位论文撰写要求

学位论文是学位申请者为申请学位而撰写的学术论文，它集中作者在研究工作中获得可行的发明、理论和见解，是评判学位申请人学术水平的重要依据和获得学位的必要条件之一，也是科研领域中的主要文献资料和社会宝贵财富。为提高研究生学位论文的质量，做到学位论文在内容和格式上规范化与统一化，特作如下规定：

### A.1 对学位论文的基本要求

#### A.1.1 硕士学位论文

根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》第八条的规定，硕士学位论文应能表明作者确已在本门学科上掌握了坚实的基础理论和系统的专门知识，并对所研究的课题有新的见解，有从事科学研究或独立担负专门技术工作的能力。硕士学位论文工作一般是在硕士生完成培养计划规定的课程学习后开始，其工作内容因学科的性质不同而有所差异，一般包括文献阅读、开题报告、拟定并实施工作计划、科研调查、实验研究、理论分析和文字总结等工作。论文正文一般应不少于 3 万字。硕士学位论文必须有一定的工作量，在论文题目确定后，用于论文工作的时间一般不应少于 1.5 年。

#### A.1.2 博士学位论文

根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》第十三条的规定，博士学位论文应能表明作者确已在本门学科上掌握了坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识，具有独立从事科学研究工作的能力，并在科学或专门技术工作上做出了创造性的成果。博士学位论文工作是攻读博士学位研究生培养的最重要环节，其工作时间一般应不少于 2 学年。博士生入学后在导师指导下明确科研方向，收集资料，阅读文献，进行调查研究，确定研究课题。一般在第二至第三学期通过开题报告并制定论文工作计划。博士生应根据论文工作计划分阶段在教研室、学术会议上报告科研和论文工作的进展情况。论文正文一般应不少于 5 万字。博士生用于论文研究和撰写学位论文的时间一般应不得少于 2 年。

特别应注意，学位论文应是本人的研究成果，在导师指导下独立完成，不得抄袭或剽窃他人成果。论文应反映作者较好地掌握了本学科、专业的研究方

法和技能，学术观点必须言之有理、持之有据，论文内容应层次分明，数据可靠，文字简炼，推理严谨，立论正确。

## A.2 对学位论文的格式要求

### A.2.1 编写要求

硕士、博士学位论文一般应由以下全部或某几部分组成，依次为：封面、中文摘要、英文摘要、目录、符号说明、正文、参考文献、附录、附图表、致谢、攻读学位期间发表的学术论文目录。

具体要求如下：

#### 封面

采用研究生院规定的统一封面，封面上填写论文题目、作者姓名、导师姓名、学科(专业)、论文完成时间。上述内容也应在扉页上填写清楚。论文题目采用黑体 26 磅加粗居中，其他采用宋体 16 磅居中。书脊用黑体 12 磅，上方写论文题目，中间写系别，下方写研究生姓名（彩色封面在制信厂或印刷厂装订）。

#### 论文摘要

学位论文的中文摘要应以最简洁的语言介绍论文的概要、作者的突出论点、新见解或创造性成果。硕士学位论文中文摘要一般应在 500 字左右，博士学位论文中文摘要一般在 1500 字左右。英文摘要 (Abstract) 内容应与中文摘要基本相对应，要语句通顺，语法正确，能正确概括文章的内容。摘要标题采用黑体 16 磅居中，正文采用宋体 12 磅（英文用 Times New Roman 体 12 磅），行距 20 磅。

## 目录

目录应将文内的章节标题依次排列，标题应该简明扼要。示例：

	示例	要求
标题	目录	黑体 16 磅加粗居中，单倍行距
各章目录	第 1 章绪论……………1	宋体 14 磅，单倍行距
一级节标题目录	1.2 概述……………2	宋体 12 磅，单倍行距，左缩进 2 字符
二级节标题目录	1.2.1 简介……………5	宋体 10.5 磅，单倍行距，左缩进 4 字符

## 正文

正文是学位论文的主体和核心部分，它是将学习、研究和调查过程中筛选、观察和测试所获得的材料，经过加工整理和分析研究，由材料而形成论点。不同学科、专业有着不同的写作内容，但作为一般要求，论据、论点应力求准确、完备、清晰、通顺，实事求是，客观真切，简短精炼，合乎逻辑。一般标题字体采用黑体 14 磅，多级标题可采用粗体 14 磅或粗体 12 磅。正文字体采用宋体 12 磅（英文用 Times New Roman 体 12 磅），两端对齐书写，行距 20 磅。

绪论或引言是学位论文主体部分的开端，主要说明研究工作的缘起、沿革、目的、涉及范围、国内外研究现状、相关领域的前人研究成果和知识空白、理论分析的依据、研究设想、研究方法和实际设计的概述，以及文中拟解决的问题、理论意义和实用价值等，应言简意赅，不要与摘要雷同或成为摘要的解释，也不是提要。

结论是学位论文最终和总体的结论，是整篇论文的归宿，应明确、精炼、完整、准确。要着重阐述作者研究的创造性成果、新见解、新发现和新发展，及其在本研究领域中的地位、作用、价值和意义，还可进一步提出需要讨论的问题和建议。学位论文中的计量单位、制图、制表、公式规范、缩略词和符号必须遵循 GB 3100 ~ 3102—93(国家技术监督局 1993-12-27 发布，1994-07-01 实施) 有关量和单位的规定。如无标准可循，应采用本学科或专业有关权威性机构或学术团体所公布的规定。如不得已必需引用某些未公知公用的、不易为同行读者所理解的或系作者自行拟定的符合、记号、缩略词等，均应一一在第一次出现时加以说明，给以明确的定义。

## 参考文献

参考文献应按文中引用的顺序列出，可以分列在各章末尾，也可以列在正文的末尾。

本着以严谨求实的科学态度撰写论文，凡学位论文中有引用他人成果之处，均应详细列出所引文献的名称、作者、发表刊物、发表时间、卷号、页码等。标题字体采用黑体 14 磅，正文字体采用宋体 10 磅（英文用 Times New Roman 体 10 磅），行距 16 磅。

## 附录

主要列入正文内过分冗长的公式推导，供查读方便所需的辅助性数学工具或表格，重复性数据图表，论文使用的缩写，程序全文及说明等。

## 致谢

表达作者对完成论文和学业提供帮助的老师、同学、领导、同事及亲属的感激之情。

## 攻读学位期间发表的学术论文目录

按学术论文发表的时间顺序，列齐本人在攻读学位期间发表或已录用的学术论文清单（发表刊物名称、卷册号、页码、年月及论文署名、作者排序）。

### A.2.2 打印

按照有关规定，凡授予中华人民共和国学位者，学位论文必须用中文撰写，同时一律用 A4 标准纸打印输出，一般应有篇眉。篇眉和页码均采用宋体 10 磅居中，页面设置上边距 3.8cm、下边距为 3.0cm，左边距为 3.5cm、右边距为 3.0cm。

### A.2.3 装订

学位论文撰写完成后，用研究生院统一封面线装订成册。所需份数由研究生本人及导师掌握（可参考学位申请上报材料清单的要求）。

## 致 谢

在中国科技大学完成本科和硕博连读学业的九年里，我所从事的学习和研究工作，都是在导师以及系里其他老师和同学的指导和帮助下进行的。在完成论文之际，请容许我对他们表达诚挚的谢意。

首先感谢导师 XXX 教授和 XXX 副教授多年的指导和教诲，是他们把我带到了计算机视觉的研究领域。X 老师严谨的研究态度及忘我的工作精神，X 老师认真细致的治学态度及宽广的胸怀，都将使我受益终身。

感谢班主任 XXX 老师和 XX 老师多年的关怀。感谢 XXX、XX、XX 等老师，他们本科及研究生阶段的指导给我研究生阶段的研究工作打下了基础。

感谢 XX、XXX、XXX、XX、XXX、XXX、XXX、XX 等师兄师姐们的指点和照顾；感谢 XXX、XX、XXX 等几位同班同学，与你们的讨论使我受益良多；感谢 XXX、XX、XXX、XX、XXX 等师弟师妹，我们在 XXX 实验室共同学习共同生活，一起走过了这段愉快而难忘的岁月。

感谢科大，感谢一路走过来的兄弟姐妹们，在最宝贵年华里，是你们伴随着我的成长。

最后，感谢我家人一贯的鼓励和支持，你们是我追求学业的坚强后盾。

刘青松

2011 年 4 月 19 日





## 在读期间发表的学术论文与取得的研究成果

### 已发表论文：

- [1] XXX, XXX, **XX**, XXX. XXXXXXXXX[J]. 中国科学技术大学学报, 200X, xx(xx):xxxx-xxxx.
- [2] XXX, XXX, **XX**, XXX. XXXXXXXXX[J]. 中国科学技术大学学报, 200X, xx(xx):xxxx-xxxx.
- [3] XXX, XXX, **XX**, XXX. XXXXXXXXX[J]. 中国科学技术大学学报, 200X, xx(xx):xxxx-xxxx.

### 待发表论文：

- [1] XXX, XXX, **XX**, XXX. XXXXXXXXX[J]. 中国科学技术大学学报, 已录用.
- [2] XXX, XXX, **XX**, XXX. XXXXXXXXX[J]. 中国科学技术大学学报, 已录用.
- [3] XXX, XXX, **XX**, XXX. XXXXXXXXX[J]. 中国科学技术大学学报, 已录用.