

分类号 \_\_\_\_\_

密级 \_\_\_\_\_

UDC \_\_\_\_\_

编号 \_\_\_\_\_

# 中国科学院大学 硕士学位论文

面向媒体业务的虚拟化网络服务设计与开发

薛娇

指导教师 \_\_\_\_\_ 邓峰 研究员

\_\_\_\_\_ 中国科学院声学研究院

申请学位级别 \_\_\_\_\_ 硕士 \_\_\_\_\_ 学科专业名称 \_\_\_\_\_ 电子与通信工程

论文提交日期 \_\_\_\_\_ 2014年6月 \_\_\_\_\_ 论文答辩日期 \_\_\_\_\_ 2014年6月

培养单位 \_\_\_\_\_ 中国科学院声学研究院

学位授予单位 \_\_\_\_\_ 中国科学院大学

答辩委员会主席 \_\_\_\_\_

Typeset by L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub> at February 20, 2014

With package C<sup>A</sup>St<sub>h</sub>esis v0.2 of C<sup>T</sup>E<sub>X</sub>.ORG

# Multimedia Service Oriented Virtualization of Network Service Design and Development

**Jiao Xue**

Supervisor:

Prof. Feng Deng

Institute of Acoustic  
Academy of Mathematics and Systems Science  
Chinese Academy of Sciences

February, 2014

*Submitted in total fulfilment of the requirements for the degree of Master  
in Electronics and Communication Engineering*



## 摘 要

本文是中国科学院学位论文的 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 模板。除了介绍 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 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： 中科院，学位论文，L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 模板



## Abstract

This paper is a thesis template of Chinese Academy of Sciences. Besides that the usage of the  $\text{\LaTeX}$  document class `CASthesis`, a brief guideline for writing the thesis is also included.

**Keywords:** Chinese Academy of Sciences (CAS), Thesis,  $\text{\LaTeX}$  Template





缩略语

VNE	Virtual Network Embedding	虚拟网络嵌入
-----	---------------------------	--------



# 目 录

摘要 .....	i
Abstract .....	iii
缩略语 .....	v
目录 .....	vii
<b>第一章 绪论 .....</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景及意义 .....	1
1.2 研究内容及面临的挑战 .....	1
1.3 本文主要贡献 .....	1
1.4 本文内容安排 .....	1
<b>第二章 相关技术背景及技术基础 .....</b>	<b>3</b>
2.1 引言 .....	3
2.2 云计算 .....	3
2.3 虚拟化技术 .....	3
2.3.1 网络虚拟化技术 .....	3
2.3.2 虚拟网络映射 .....	3
2.4 网络多媒体 .....	3
<b>第三章 面向媒体业务的虚拟网络嵌入研究 .....</b>	<b>5</b>
3.1 引言 .....	5
3.2 相关研究 .....	5
3.3 面向媒体业务的虚拟网络嵌入算法设计 .....	5
3.3.1 整体架构 .....	5

3.3.2	网络模型 .....	5
3.3.3	节点聚类 .....	9
3.3.4	动态服务均衡 .....	9
3.3.5	局部子请求映射 .....	9
3.4	仿真验证 .....	9
3.4.1	仿真环境 .....	9
3.4.2	时间复杂度分析 .....	9
3.4.3	负载分析 .....	9
3.4.4	收益开销比分析 .....	9
3.4.5	平均接受率分析 .....	9
3.5	面向媒体业务的资源映射交互框架 .....	9
3.5.1	系统框架 .....	9
3.5.2	用户界面 .....	9
3.5.3	预处理 .....	9
3.5.4	资源映射 .....	9
3.5.5	资源监控 .....	9
3.5.6	资源分配 .....	9
3.6	小结 .....	9
第四章	流量控制研究与设计 .....	11
4.1	引言 .....	11
4.2	流量控制设计 .....	11
4.2.1	整体架构 .....	11
4.2.2	设计原则 .....	11
4.2.3	功能接口 .....	11
4.3	仿真验证 .....	11
4.3.1	实验环境 .....	11
4.3.2	流量控制效果 .....	11
4.3.3	规则计算量的影响 .....	11
4.4	小结 .....	11

<b>第五章 SuperNova系统工程开发</b>	<b>13</b>
5.1 引言	13
5.2 SuperNova	13
5.2.1 系统架构	13
5.2.2 编程架构	13
5.3 流量控制模块	13
5.3.1 启动流量控制	13
5.3.2 配置规则	13
5.3.3 取消流量控制	13
5.4 虚拟网络嵌入模块	13
5.4.1 工程设计	13
5.4.2 部署服务	13
5.5 其他功能完善	13
5.5.1 Portal设计	13
5.5.2 实例管理	13
<b>第六章 总结和展望</b>	<b>15</b>
6.1 工作总结	15
6.2 今后工作展望	15
<b>参考文献</b>	<b>17</b>
<b>发表文章目录</b>	<b>19</b>
<b>申请专利目录</b>	<b>21</b>
<b>致谢</b>	<b>23</b>



## 表 格

3.1 虚拟网络请求的需求限制 .....	7
3.2 底层物理网络的资源限制 .....	7





## 插 图

3.1 面向媒体业务的虚拟网络嵌入算法整体架构 .....	6
-------------------------------	---



# 第一章 绪论

## 1.1 研究背景及意义

## 1.2 研究内容及面临的挑战

## 1.3 本文主要贡献

## 1.4 本文内容安排



## **第二章 相关技术背景及技术基础**

### **2.1 引言**

### **2.2 云计算**

介绍当前的云计算背景，以及云平台

### **2.3 虚拟化技术**

各种虚拟化技术：CPU，网络，主机等虚拟化

#### **2.3.1 网络虚拟化技术**

大背景

#### **2.3.2 虚拟网络映射**

### **2.4 网络多媒体**

多媒体的背景，特征，应用等



## 第三章 面向媒体业务的虚拟网络嵌入研究

### 3.1 引言

1.简要介绍大背景2.简要介绍本部分内容

### 3.2 相关研究

国内外研究现状

### 3.3 面向媒体业务的虚拟网络嵌入算法设计

#### 3.3.1 整体架构

本章提出了面向媒体业务的虚拟网络嵌入算法（MSO-VNE），其整体架构如图3.1所示。MSO-VNE在进行虚拟网络嵌入时，主要分以下两个步骤：

##### 1) 全局处理

全局处理“中心式”地对原始的虚拟网络请求进行节点聚类 and 分割，将原始的虚拟网络子请求划分为规模较小的子请求，并将每个子请求分派到相应的区域的底层物理网络中进行局部嵌入。

##### 2) 局部嵌入

局部嵌入对每个子请求实施真正的嵌入处理。实际上，多个子请求可以“分布式”地在各自区域的底层物理网络中执行真正的嵌入处理。在局部嵌入中，我们采用了动态服务均衡分析以辅助嵌入并提高效率。

在下面的章节中，我们将详细介绍面向媒体业务的虚拟网络嵌入算法MSO-VNE。

#### 3.3.2 网络模型

##### 1) 虚拟网络请求

虚拟网络请求可建模为带权重的无向图 $G^v = (N^v, E^v)$ ，其中 $N^v$ 是虚拟节点集合，而 $E^v$ 是虚拟链路集合。定义虚拟节点 $n^v$ 的邻居节点集合为 $N^v(n^v)$ ，定

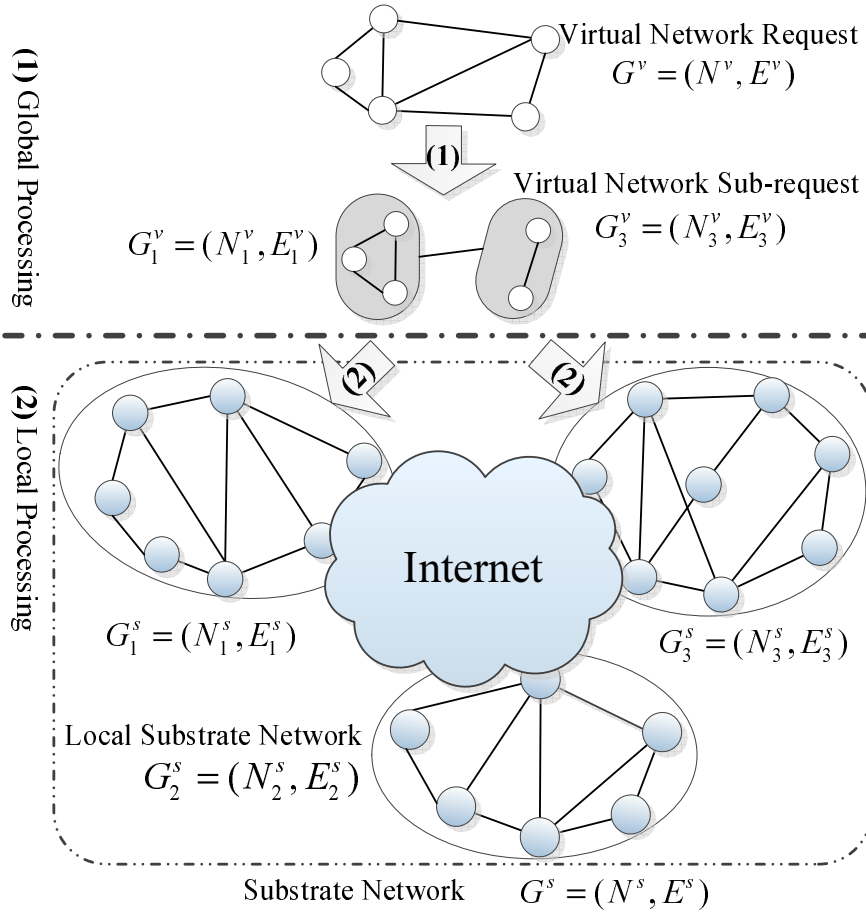


图 3.1: 面向媒体业务的虚拟网络嵌入算法整体架构

义连接到节点 $n^v$ 的链路集合为 $E^v(n^v)$ 。虚拟网络请求中的节点和链路都与他们的需求限制相关联。我们定义虚拟网络请求中，虚拟节点的需求限制信息包括：地理位置 $L^v$ 、存储容量 $S^v$ 、磁盘I/O速率 $I^v$ 、CPU数量 $P^v$ 和内存大小 $M^v$ ，虚拟链路的需求限制包括带宽 $B^v$ 、延迟 $D^v$ 和延迟抖动 $J^v$ 。表格3.1详细列举出了虚拟网络请求需求限制，并为各个需求限制定义权重影响因子以计算虚拟节点和虚拟链路的归一化需求限制。因此，虚拟网络请求中虚拟节点 $n^v$ 的归一化资源 $c^v(n^v)$ 表示为：

$$c^v(n^v) = S^v(n^v) \cdot w_S^n + I^v(n^v) \cdot w_I^n + P^v(n^v) \cdot w_P^n + M^v(n^v) \cdot w_M^n$$

虚拟链路 $e^v$ 的归一化资源 $b^v(e^v)$ 表示为：

$$b^v(e^v) = B^v(e^v) \cdot w_B^e + D^v(e^v) \cdot w_D^e + J^v(e^v) \cdot w_J^e$$



虚拟节点需求限制			虚拟链路需求限制		
因素	符号表示	权重因子	因素	符号表示	权重因子
地理位置	$L^v$		带宽	$B^v$	$w_B^e$
存储容量	$S^v$	$w_S^n$	延迟	$D^v$	$w_D^e$
磁盘I/O	$I^v$	$w_I^n$	延迟抖动	$J^v$	$w_J^e$
CPU数量	$P^v$	$w_P^n$			
内存大小	$M^v$	$w_M^n$			
归一化资源	$c^v$		归一化资源	$b^v$	
$w_S^n + w_I^n + w_P^n + w_M^n = 1$			$w_B^e + w_D^e + w_J^e = 1$		

表 3.1: 虚拟网络请求的需求限制

节点资源限制			链路资源限制		
因素	符号表示	权重因子	因素	符号表示	权重因子
地理位置	$L^s$		带宽	$B^s$	$w_B^e$
存储容量	$S^s$	$w_S^n$	延迟	$D^s$	$w_D^e$
磁盘I/O	$I^s$	$w_I^n$	延迟抖动	$J^s$	$w_J^e$
CPU数量	$P^s$	$w_P^n$			
内存大小	$M^s$	$w_M^n$			
归一化资源	$c^s$		归一化资源	$b^s$	
$w_S^n + w_I^n + w_P^n + w_M^n = 1$			$w_B^e + w_D^e + w_J^e = 1$		

表 3.2: 底层物理网络的资源限制

其中地理位置主要用于节点聚类分析，不用考虑在节点需求的归一化表示中。

## 2) 底层物理网络

底层物理网络可建模为带权重的无向图  $G^s = (N^s, E^s)$ ，底层物理网络的第  $i$  个区域表示为无向图  $G_i^s = (N_i^s, E_i^s)$ ，其中  $N_i^s$  表示区域  $i$  内的节点集合，而  $E_i^s$  表示区域  $i$  内的链路集合。定义节点  $n^s$  的邻居节点集合为  $N^s(n^s)$ ，定义连接到节点  $n^s$  的链路集合为  $E^s(n^s)$ 。底层物理网络中的节点和链路都与他们的资源限制相关联。我们定义底层物理网络中，节点的资源限制信息包括：地理位置  $L^s$ 、存储容量  $S^s$ 、磁盘I/O速率  $I^s$ 、CPU数量  $P^s$  和内存大小  $M^s$ ，链路资源限

制包括带宽 $B^s$ 、延迟 $D^s$ 和延迟抖动 $J^s$ 。表格3.2详细列举出了底层物理网络中的资源限制，并为各个资源限制定义权重影响因子以计算节点和链路的归一化资源限制。因此，底层物理网络中节点 $n^s$ 的归一化资源 $c^s(n^s)$ 表示为：

$$c^s(n^s) = S^s(n^s) \cdot w_S^n + I^s(n^s) \cdot w_I^n + P^s(n^s) \cdot w_P^n + M^s(n^s) \cdot w_M^n$$

链路 $e^s$ 的归一化资源 $b^s(e^s)$ 表示为：

$$b^s(e^s) = B^s(e^s) \cdot w_B^e + D^s(e^s) \cdot w_D^e + J^s(e^s) \cdot w_J^e$$

其中地理位置主要用于节点聚类分析，不用考虑在节点资源的归一化表示中。

在虚拟网络请求和底层物理网络中，节点与链路需求限制和资源限制都涉及权重影响因子的设定。根据不同的应用场景，可酌情对不同的影响因素设定不同的权重，通用情况下，可设定简单直观的均衡权重。

在虚拟网络嵌入问题中，随着时间的推移，虚拟网络请求会到达并嵌入到底层物理网络中，同时，也有部分生命周期结束的虚拟网络请求离开底层物理网络并释放占用的资源。因此，底层物理网络中的资源又分为可用资源 $c_{available}$ 和占用资源 $c_{used}$ 。我们定义虚拟网络请求及其占用的资源为一个映射 $MAP$ ，任意一个映射对 $\langle r, c \rangle \in MAP$ ，表示虚拟网络请求 $r$ 占用底层物理网络的 $c$ 资源。

另外，我们对每个区域的底层物理网络定义了一个位置中心，如第 $i$ 个区域的底层物理网络 $G_i^s$ ，其位置中心为 $O_i^s = (x_i, y_i)$ 。位置中心是虚拟的，并不真正存在一个中心点。虚拟的位置中心 $O_i^s$ 定义为该区域内所有节点的几何中心：

$$O_i^s = \sum_{n^s \in N_i^s} \frac{l^s(n^s)}{|N_i^s|}$$

其中， $|N_i^s|$ 表示第 $i$ 个区域底层物理网络中的节点个数。在现实中，每个区域底层物理网络通常都是一个局域网环境，不同的区域底层物理网络通过Internet进行互联互通。由于Internet非常复杂，所以，我们假定在Internet中的带宽资源是无限的。虽然，上述假定是不成立的，但是我们对Internet的资源是没有办法控制的，因此上述假定也是合理的。

### **3.3.3 节点聚类**

### **3.3.4 动态服务均衡**

### **3.3.5 局部子请求映射**

## **3.4 仿真验证**

### **3.4.1 仿真环境**

### **3.4.2 时间复杂度分析**

### **3.4.3 负载分析**

### **3.4.4 收益开销比分析**

### **3.4.5 平均接受率分析**

## **3.5 面向媒体业务的资源映射交互框架**

### **3.5.1 系统框架**

### **3.5.2 用户界面**

### **3.5.3 预处理**

### **3.5.4 资源映射**

### **3.5.5 资源监控**

### **3.5.6 资源分配**

## **3.6 小结**



## **第四章 流量控制研究与设计**

### **4.1 引言**

### **4.2 流量控制设计**

#### **4.2.1 整体架构**

#### **4.2.2 设计原则**

0.层次设计基于用户隔离流量1.内部流量和外部流量分离2.封装性，封装tc的接口3.开放性，用户自定义规则

#### **4.2.3 功能接口**

### **4.3 仿真验证**

#### **4.3.1 实验环境**

#### **4.3.2 流量控制效果**

#### **4.3.3 规则计算量的影响**

### **4.4 小结**



## **第五章 SuperNova系统工程开发**

### **5.1 引言**

### **5.2 SuperNova**

#### **5.2.1 系统架构**

层次结构，本文的开发工作主要集中在控制层。但是控制层的开发需要设计和其他层次的通信，涉及到编程架构

#### **5.2.2 编程架构**

### **5.3 流量控制模块**

#### **5.3.1 启动流量控制**

#### **5.3.2 配置规则**

#### **5.3.3 取消流量控制**

### **5.4 虚拟网络嵌入模块**

#### **5.4.1 工程设计**

框图

#### **5.4.2 部署服务**

### **5.5 其他功能完善**

#### **5.5.1 Portal设计**

#### **5.5.2 实例管理**





## 第六章 总结和展望

### 6.1 工作总结

### 6.2 今后工作展望



## 参考文献

- [1] 邓建松, 彭冉冉, 陈长松.  $ET_{EX} 2_{\epsilon}$  科技排版指南. 科学出版社, 书号: 7-03-009239-2/TP.1516, 北京, 2001.
- [2] 王磊.  $ET_{EX} 2_{\epsilon}$  插图指南. 2000.
- [3] 张林波. 关于新版  $CCT$  的说明. 2003.
- [4] C $T_{EX}$  翻译小组. *lshort* 中文版 3.20. 2003.
- [5] Donald E. Knuth. *Computer Modern Typefaces*, volume E of *Computers and Typesetting*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1986.
- [6] Donald E. Knuth. *METAFONT: The Program*, volume D of *Computers and Typesetting*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1986.
- [7] Donald E. Knuth. *The METAFONTbook*, volume C 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 TeXbook*, volume A of *Computers and Typesetting*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1986.
- [10] Leslie Lamport. *LaTeX — A Document Preparation System: User's Guide and Reference Manual*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 2nd edition, 1985.



## 发表文章目录

- [1] 薛娇, 孙鹏, 邓峰, 王劲林, “基于触摸屏的手势遥控系统”, 计算机工程.  
(已录用, 2013年6期)
- [2] **Jiao Xue**, Jiali You, Jinlin Wang and Feng Deng, "Nodes Clustering and  
Dynamic Service Balance Awareness Based Virtual Network Embedding",  
2013 IEEE Tencon Conference
- [3] Jiali You, **Jiao Xue** and Jinlin Wang, "A Behavior Cluster Based Avail-  
ability Prediction Approach for Nodes in Distribution Networks", 2013.5  
ICASSP



## 申请专利目录

- [1] 孙鹏，薛娇，王劲林，朱小勇，尤佳莉，吕阳，程钢，“一种基于传感器的手势遥控方法及系统”，申请号：201210464933.7.
- [2] 孙鹏，薛娇，王劲林，朱小勇，尤佳莉，李晓林，程钢，“一种智能终端的控制信息输入方法及系统”，申请号：201210465024.5
- [3] 尤佳莉，薛娇，郑鹏飞，卓煜，“一种基于分类的虚拟网络映射方法及系统”，申请号：201310247047.3





## 致 谢

值此论文完成之际，谨在此向多年来给予我关心和帮助的老师、同学、朋友和家人表示衷心的感谢！

.....

谨把本文献给我最敬爱的父亲！