

密级：

保密期限：

北京邮电大学

硕士学位论文



题目： XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

学 号： XXXXXXXXXX

姓 名： XXXX

专 业： 信息与通信工程

导 师： XXXXX

学 院： 网络技术研究院

2015 年 12 月 26 日

独创性（或创新性）声明

本人声明所呈交的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。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得北京邮电大学或其他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了谢意。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

本人签名：_____ 日期：_____

关于论文使用授权的说明

学位论文作者完全了解北京邮电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邮电大学。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磁盘，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遵守此规定）

本学位论文不属于保密范围，适用本授权书。

本人签名：_____ 日期：_____

导师签名：_____ 日期：_____

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

摘 要

中、英文摘要位于声明的次页，摘要应简明表达学位论文的内容要点，体现研究工作的核心思想。重点说明本项科研的目的和意义、研究方法、研究成果、结论，注意突出具有创新性的成果和新见解的部分。

关键词是为文献标引工作而从论文中选取出来的、用以表示全文主题内容信息的术语。关键词排列在摘要内容的左下方，具体关键词之间以均匀间隔分开排列，无需其它符号。

关键词：T_EX L^AT_EX xeCJK 模板 排版 论文

EXAMPLE OF BUPT GRADUATE THESIS L^AT_EX 2_ε TEMPLATE

ABSTRACT

The Chinese and English abstract should appear after the declaration page. The abstract should present the core of the research work, especially the purpose and importance of the research, the method adopted, the results, and the conclusion.

Key words are terms selected for documentation indexing, which should present the main contributions of the thesis. Key words are aligned at the bottom left side of the abstract content. Key words should be separated by spaces but not any other symbols.

KEY WORDS: T_EX L^AT_EX xeCJK template typesetting thesis

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 主要研究内容及创新点	2
1.2.1 研究内容	2
1.2.2 创新点	3
1.3 研究生期间主要工作	3
1.4 论文组织结构	3
第二章 相关技术分析	5
2.1 三国演义	5
2.1.1 长坂坡	5
附录 A 不定型 (0/0) 极限的计算	7
附录 B 缩略语表	9
参考文献	11
致 谢	13
攻读学位期间发表的学术论文目录	15

第一章 绪论

1.1 研究背景及意义

随着互联网的发展，云数据中心的规模不断扩大，业务流量不断变化，如何为租户提供可编程的云数据中心网络，如何对云数据中心的流量进行有效的控制，提高带宽的利用率，降低成本，成为目前急需解决的问题。

软件定义网络（Software Defined Network, SDN）作为一种新兴的可编程网络架构，有动态配置、可编程及快速响应的特点。其核心思想是将网络控制平面与数据转发平面分离，实现控制平面对数据平面的全局集中化控制；同时对外提供开放的可编程接口，为网络提供可编程能力。控制权的迁移使得底层构架能够抽象出来，各种应用和网络服务因此能将网络当作一个逻辑或虚拟实体，不再依赖于底层网络设备^[1]，使得网络配置的自动化程度得到极大提高。通过应用SDN，除了网络的设计和操作变得简化，网络设备也得到简化，这些设备无需理解或处理成千上万的协议，只需要接受SDN 控制器的指令即可。利用集中控制，网络管理员可以实时改变网络的行为，并且在几小时或几天内就可以部署新的应用和网络服务。

网络虚拟化^[2] 是一种将底层网络中的硬件以及配套的软件资源进行整合，形成统一管理实体的技术，通过虚拟网络资源到物理网络资源的映射，使得多个逻辑虚拟网络共享底层物理网络基础设施, 为用户提供差异化服务。网络虚拟化技术是当今网络革新的重要技术之一。从概念上，网络虚拟化与SDN 是互相独立的，但随着近几年网络技术的发展与融合，二者之间的联系变得越来越紧密，SDN 的技术相关专题常会提及网络虚拟化技术，网络虚拟化问题的研究也时常会运用到SDN 的概念，可见基于SDN 的网络虚拟化技术已经成为网络技术研究领域的一个专门课题。

OpenStack^[3] 是由 Rackspace 和美国国家航空航天局（NASA）合作研发的用于搭建 IaaS 平台的云计算管理软件。旨在为公共及私有云的建设与管理提供软件的开源项目，主要提供计算、存储、网络服务。OpenStack 支持几乎所有类型的云环境，项目目标是提供实施简单、可大规模扩展、丰富、标准统一的云计算管理平台。OpenStack 通过各种互补的服务提供了基础设施即服务（IaaS）的解决方案，每个服务提供 API 以进行集成^[4]。

在现有 OpenStack 云平台中，租户网络的创建与隔离仅限于服务器内部，Open-

Stack 无法进行物理服务器之间数据中心网络的管控，跨服务器的通信通过隧道技术实现，该模式无法满足用户多样性的需求，同时无法实现云数据中心带宽资源的有效利用，时常会出现有些链路阻塞严重，而有些链路则处于空闲状态。

本文以此作为出发点，提出了一种多租户虚拟网络定制化管理方案，运用虚拟化技术，为租户提供相互隔离的虚拟 SDN 网络（virtual Software Defined Network, vSDN），完成云数据中心物理资源有效利用的同时，SDN 网络由租户自有的控制器实现集中管控，租户可以实时监测当前的流量状况并根据流量状况自定义转发路径，实现对网络的灵活管控，在不降低云平台性能的前提下，实现了 OpenStack 云平台中租户网络的定制化操作，既提高了安全性，又可以根据当下链路的剩余带宽，进行链路的定制化，提高带宽的利用率。对于租户本身而言，真正实现了租户对全局网络的可控性。对于运营商来说，对物理网络的集中控制可以大大减小网络配置的繁琐性，可以对网络故障实现快速的排查，提高可扩展性。

1.2 主要研究内容及创新点

1.2.1 研究内容

本课题为实现基于 SDN 的云平台多租户虚拟网络定制化方案，将 SDN 集成到云数据中心，通过虚拟化技术，为租户提供了可编程的 vSDN 网络，vSDN 网络由租户自由的 SDN 控制器进行集中管控，租户可以根据当前的链路状况，进行定制化流表的下发，真正实现对网络的灵活定制化操作。主要包括以下三个方面的研究内容：

第一、实现虚拟网络的创建：通过虚拟化技术，实现跨物理服务器，数据中心网络的虚拟化，虚拟网络支持 SDN 模式，由租户自己的 SDN 控制器实现集中管控，本文选用网络虚拟化平台（OpenVirteX, OVX）^[2] 实现虚拟网络的创建。对于底层物理设备来说，OVX 是一个控制器；对于租户控制器来说，OVX 可以看做是 OpenFlow 交换机的集合，租户控制器看到的只是一张虚拟网络。OVX 最大的优势是紧密结合了 SDN，可以发挥 SDN 的控制与转发分离的强大优势，将创建的虚拟网络指定 SDN 控制器，从而可以运用 SDN 的优势，实现对租户虚拟网络的管控。

第二、完成虚拟网络的集中控制：

第三、云平台前端可视化操作：

1.2.2 创新点

针对现有云平台数据中心的不足，本文主要实现了 SDN 与云平台的结合，将 SDN 的集中控制、网络的虚拟化集成到云平台中，实现了租户网络隔离的同时，租户可以对网络实现自由控制。相应的创新点主要涉及以下几个方面：

1. 对于云平台运营商来说，物理网络的集中控制，可以有效的减小网络配置的繁琐性，为数据中心规模的伸缩性提供了便利，对网络的状况可以实现实时监控，同时大大加速了网络的故障修复速度，通过控制侧的日志输出，以及错误模拟，实现快速故障排除。
2. 将虚拟化技术集成到云数据中心，为租户提供相互隔离的vSDN 网络，该网络由租户自己的控制器实现集中控制。集中控制的实现，可以让租户指定灵活的数据包转发路径，以及灵活的转发策略。对于自身网络的变化也可以实现即时的应对措施。从而对现有的网络资源进行最有效的利用，减少了网络资源的浪费。租户之间的隔离性，保证了租户数据传输的安全性。
3. 基于包对技术，完成了虚拟网络的链路带宽测量，实现了细粒度的剩余带宽测量，精确度远远高于以前的模式；基于数据包统计的方法，实现了粗粒度的已用带宽的测量；完成了SDN 架构下的时延测量。租户根据带宽、时延实现定制化链路的选取，可以有效的利用剩余带宽，将降低数据传输时延，大大加快了数据中心网络的传输速度。

综上所述，基于SDN 的云平台多租户虚拟网络定制化方案，对提高云数据中心的带宽利用率，为租户提供可编程的云网络是非常必要的，有助于实现租户网络的定制化操作，同时为运营商进行云数据中心的维护和配置提供了便利。

1.3 研究生期间主要工作

1.4 论文组织结构

1. 第二章介绍……
2. ……
 - 第二章介绍……

•

图1-1

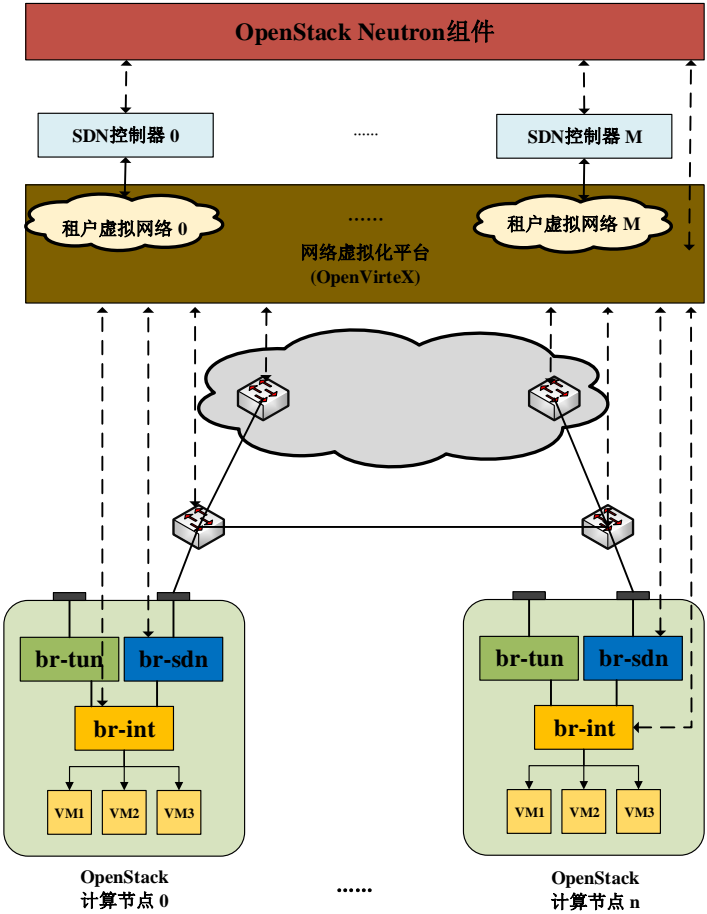


图 1-1 System environment.

第二章 相关技术分析

脚注使用带圈数字的表示方法，此处为示例 1^① 和示例 2^②。

缩略语的功能非常强大，例如首次出现无线理论与技术实验室 (Wireless Theories and Technologies Lab, WT&T) 和非首次出现 WT&T 时将显示不同的内容。

参考文献可以使用^[5]和 [6] 的表示方法。

2.1 三国演义

《三国演义》^[7] 是中国第一部长篇章回体历史演义的小说，以描写战争为主，反映了蜀（汉）、魏、吴三个政治集团之间的政治和军事斗争，大致分为黄巾之乱、董卓之乱、群雄逐鹿、三国鼎立、三国归晋五大部分。

在广阔背景下，上演了一幕幕波澜起伏、气势磅礴的战争场面，成功刻画了近五百个人物形象，其中曹操、刘备、孙权、诸葛亮、周瑜、关羽、张飞等人物形象脍炙人口，其中诸葛亮是作者心目中的“贤相”的化身，他具有“鞠躬尽瘁，死而后已”的高风亮节，具有近世济民再造太平盛世的雄心壮志，而且作者还赋予他呼风唤雨、神机妙算的奇异本领。曹操是一位奸雄，他生活的信条是“宁教我负天下人，休教天下人负我”，既有雄才大略，又残暴奸诈，是一个政治野心家阴谋家这与历史上的真曹操是不可混同的。关羽“威猛刚毅”、“义重如山”。但他的义气是以个人恩怨为前提的，并非国家民族之大义。刘备被作者塑造成为仁民爱物、视贤下士、知人善任的仁君典型。

2.1.1 长坂坡

京剧《长坂坡》^[8] 是依据《三国演义》改编的京剧传统剧目。

故事叙述：刘备自烧屯新野之后，弃樊城，阻襄阳，一路率引军民，流离败走，穷促万分。关羽、诸葛亮，已先后遣往夏口，乞救于刘琦未返，刘备等往投江陵暂驻，中经过当阳，驻扎景山之下。忽然曹操大兵，漫山遍野追至，夤夜厮杀，刘备众大败，及天明检点随从只余百余骑，刘备家眷及赵云、简雍、二糜等将，均不知下

① 测试脚注一

② 测试脚注二

落，其余百姓，亦均散失殆尽。此时赵云因于阿斗及甘、糜二夫人等失散，遂单骑冲突，四处找寻主眷，杳无下落。往回三数次，遇见简雍被创卧地，始略知失踪处所。赵云先救出简雍，令回，再往军中及百姓中搜访，先救甘夫人于难民队，同时又救糜竺，亲自护送至长坂坡，令糜竺保甘嫂先行，折身再回，觅糜嫂及阿斗。途中刺落夏侯恩，收获青釭宝剑，七次冲入重围，方得百姓指引，得见糜夫人抱阿斗坐于圯墙枯井之旁啼哭。夫人身受数创，不能行走。赵云叩见，极力请夫人上马，欲保护而出。夫人深知大义，惟以阿斗为托，己则以愿死报主，免累赵云，赵云再三安慰催行，力任无妨，夫人再三不可，亦促赵云速行。继见赵云坚待不去，恐且迟延遇寇，乃跳身入井，以速赵云之行。赵云大惊，尚踌躇设法营救，则曹军人马已至，不得已推墙掩井，解甲藏阿斗于胸前，忽忽上马，厮杀夺围欲出。此时曹操大兵云集，群矢于赵云一身，赵云在核心，东斩西杀，虽不败辱，而屡濒于厄。幸曹操爱勇将，赖徐庶乘间说曹操，以生擒勿伤，传令全军，始得完肤而返。

测试所有参考文献类型^[9-17]。

附录 A 不定型 (0/0) 极限的计算

定理 A.1 (L'Hospital 法则) 若

1. 当 $x \rightarrow a$ 时, 函数 $f(x)$ 和 $g(x)$ 都趋于零;
2. 在点 a 某去心邻域内, $f'(x)$ 和 $g'(x)$ 都存在, 且 $g'(x) \neq 0$;
3. $\lim_{x \rightarrow a} \frac{f'(x)}{g'(x)}$ 存在 (或为无穷大),

那么

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f'(x)}{g'(x)}. \quad (\text{A-1})$$

证明: 以下只证明两函数 $f(x)$ 和 $g(x)$ 在 $x = a$ 为光滑函数的情形。由于 $f(a) = g(a) = 0$, 原极限可以重写为

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{g(x) - g(a)}.$$

对分子分母同时除以 $(x - a)$, 得到

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{\frac{f(x) - f(a)}{x - a}}{\frac{g(x) - g(a)}{x - a}} = \frac{\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}}{\lim_{x \rightarrow a} \frac{g(x) - g(a)}{x - a}}.$$

分子分母各得一差商极限, 即函数 $f(x)$ 和 $g(x)$ 分别在 $x = a$ 处的导数

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{f'(a)}{g'(a)}.$$

由光滑函数的导函数必为一光滑函数, 故 (A-1) 得证。□

附录 B 缩略语表

OVX	OpenVirteX, 网络虚拟化平台
SDN	Software Defined Network, 软件定义网络
vSDN	virtual Software Defined Network, 虚拟 SDN 网络
WT&T	Wireless Theories and Technologies Lab, 无线理论与技术实验室

参考文献

- [1] Porras P, Shin S, Yegneswaran V. A security enforcement kernel for Open Flow networks[A]. // The 1st Workshop on Hot Topics in Software Defined Networks[C]. New York: ACM Press, 2012: 121–126.
- [2] Wang A, Iyer M, Dutta R, et al. Network Virtualization: Technologies, Perspectives, and Frontiers[J]. Journal of Lightwave Technology, 2013, 31(4): 523–537; year, volume, number and pages information for paper published in multi-series journals.
- [3] Hua-YingChang, Shie-YuanWang. Using SDN technology to mitigate congestion in the OpenStack data center network[A]. // (ICC)[C]. IEEE, 2015: 401–406.
- [4] Feller E, Rilling L, Morin C, et al. A scalable and autonomic virtual machine management framework for private clouds[A]. // Proceedings of the 2012 12th IEEE/ACM International Symposium on Cluster[C]. IEEE Computer Society, 2012: 482–489.
- [5] 北京邮电大学研究生院培养与学位办公室. 关于研究生学位论文格式的统一要求 [EB/OL]. <http://www.bupt.edu.cn/>, 2014–11.
- [6] 北京邮电大学研究生院培养与学位办公室. 关于研究生学位论文格式的统一要求 [EB/OL]. <http://www.bupt.edu.cn/>, 2004.
- [7] 罗贯中. 山西太原: 元末明初.
- [8] 赵云, 曹操, 刘备, 等. 长坂坡 [EB/OL]. <http://baike.baidu.com/subview/428389/5476054.htm>.
- [9] Lippman S B, Lajoie J. C++ Primer 中文版 [M]. 王刚, 杨巨烽, 译. 第 5 版. 中国: 电子工业出版社, 2013: 1–838.
- [10] Dahlman E, Gudmundson B, Nilsson M, et al. UMTS/IMT-2000 Based on Wideband CDMA[J]. IEEE Communications Magazine, 1998, 36(9): 70–80; year, volume, number and pages information for paper published in multi-series journals.
- [11] Proceedings of IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM'2008)[C]. New Orlean, USA: IEEE, 2008.
- [12] Jindal N, Andrews J G, Weber S. Rethinking MIMO for Wireless Networks: Linear Throughput Increases with Multiple Receive Antennas[A]. // Proceedings of IEEE International Conference on Communications (ICC'2009)[C]. Dresden, Germany: IEEE, 2009: 1–6.
- [13] Prasad N, Khojastepour M A, Jiang M, et al. MU-MIMO: Demodulation at the Mobile Station[R]. IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group, 2009: 1–11.
- [14] TS 36.211 V10.5.0, Physical Channels and Modulation[S]. Valbonne, France: 3GPP, 2012-6.
- [15] Paulraj A J, Heath R W Jr, Sebastian P K, et al. Spatial Multiplexing in a Cellular Network[P]. USA: 6067290, 2000–5–23.
- [16] 吴刚. 立陶宛进入欧元时代 [N]. 人民日报, 2015–1–2.
- [17] 百度百科. 香农公式 [EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/747964.htm>, 2013–10–28.

致 谢

感谢 Donald Ervin Knuth.

攻读学位期间发表的学术论文目录

期刊论文

- [1] **Zhang San**, Newton I, Hawking S W, et al. An extended brief history of time[J]. Journal of Galaxy, 2079, 1234(4): 567–890. (SCI 收录, 检索号: 786FZ) .

会议论文

- [2] McClane J, McClane L, Gennero H, et al. Transcript in Die hard[A]. // Proc. HDDD 100th Super Technology Conference (STC 2046)[C]. Eta Cygni, Cygnus: 2046: 123–456. (EI 源刊) .

专利

- [3] 张三, 李四. 一种进行时空旅行的装置 [P]. 中国: 1234567, 2046–01–09.