Inline Text Wrapping Picture

北京邮电大学

硕士研究生学位论文开题报告

学 号: 2014110378

姓 名: 程艳青

学 院: 信息与通信工程学院

专业(领域): 信息与通信工程

研究方向: 通信网理论与技术

导师姓名: 武穆清

攻 读 学 位: 工学硕士

2016年1月13日

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 论文题目 | 信息中心网络时延优化技术研究 | | |
| 选题来源 | 省（自治区、直辖市）项目 | 论文类型 | 基础研究 |
| 开题日期 | 2015-12-25 | 开题地点 | 明光楼512室 |
| **一、立题依据（包括研究目的、意义、国内外研究现状和发展趋势，需结合科学研究发展趋势来论述科学意义；或结合国民经济和社会发展中迫切需要解决的关键科技问题来论述其应用前景。附主要参考文献目录）（不少于800字）**  随着互联网承载内容的飞速发展，用户访问网络的主要行为之一已经变成对海量内容的获取，这一行为模式与基于端到端通信的TCP/IP网络架构逐渐产生了矛盾，例如对热点视频的访问可能会造成部分网络反复传送相同的内容，既浪费了资源，也影响了服务质量。为了解决这个问题，学术界提出未来网络应该从当前以“位置”为中心的体系架构，演进到以“信息”为中心的架构，即网络的基本行为模式应该是请求和获取信息，而非实现端到端可达，也就是用户并不真的关心这类网络体系架构统称为信息中心网络（ICN，information centric networking）。  信息中心网络ICN，淡化了信息存储位置的概念，专注于内容对象、用户兴趣、信息匹配，同时利用网络内置的缓存，极大提高了信息的传输效率。内容中心网络的思想源于2000年由Baccala教授提出的TRIAD（Translating Relaying Internet Architecture integrating Active Directories）模型，该模型重点关注文件内容的选择与传输，提出了基于内容名字的路由、广域的中继协议、高速缓存等概念。在此之后，全球各地兴起了关于基于内容的网络架构研究热潮。2005年，美国启动了两项未来互联网研究计划FIND（Future Internet Design）和GENI（Global Environment for Network Innovatior）；2007年欧盟启动FP7计划，同年，日本提出AKARI计划，2010年美国又启动FIA（Future Internet Architecture）研究计划。  目前国外学术界关于信息中心网络的研究项目有很多，包括美国伯克利大学提出的“面向数据的网络体系架构”（Data-Oriented Network Architecture, DONA）[1]、芬兰赫尔辛基科技大学和赫尔辛基信息技术研究院的“发布/订阅式互联网路由范例”（Publish-Subscribe Internet Routing Paradigm, PSIRP）[2]、美国Palo Alto研究中心提出的“内容中心网络”（Content-Centric Network, CCN）[3]、欧盟的“信息网络”（Network of Information, NetInf）等项目。这些网络体系架构都是以信息或内容作为主体，相比于传统基于IP地址的网络架构，存在诸多优点，能有效解决网络中内容分发低下、拓展性不佳、数据冗余传输、移动性受限制、安全隐患等问题。这些网络模型在命名机制、数据路由、数据缓存、信息传输、自我验证等技术方面存在很多相似的地方，同时也有其独特之处。  2006 年，施乐帕克研究中心(Xerox PARC)的Van Jacobson 提出了CCN（内容中心网络）架构[4]，FIA 在2010 年支持的NDN（命名数据网络）项目也是采用基本相同的架构，由加州大学洛杉矶分校的Lixia Zhang 项目组承担。CCN/NDN 的目的是要开发一个可以天然适应当前内容获取模式的新型互联网架构，其核心思想是保留IP 协议栈的沙漏模型，但是细腰层采用类似URL 的层次化内容命名，从而实现从IP 为中心向内容/数据为中心的转变；同时，该架构采用全网交换节点缓存模式，以成本不断降低的缓存换取带宽，可以有效减小流量冗余和源服务器负载，并提高服务质量；另外，该架构还采用了对内容本身进行加密的方法，而不是依赖于对信息容器或信道的加密，这在某种程度上也增强了安全性。  ICN 的网络架构能够解决内容的冗余传输并且解耦身份标识和位置标识双重身份，其特点如下：①以内容为中心的请求应答模型；②基于内容命名的路由；③网内缓存；④内嵌于内容的安全机制。  目前的信息中心网络的核心思想是“普遍缓存”（universal caching），即网络的各个节点都可以缓存内容，以备后续访问。然而，现有的ICN在内容的访问上存在时延大的问题，主要原因有：   1.缓存服务器的内容放置策略无法动态适配用户需求，造成服务器缓存命中率低；   2.“普遍缓存”导致节点之间存在缓存冗余，造成节点缓存命中率低；   3.路由机制在控制平面缺少对节点内容副本的路由，导致请求被路由到具有更长路径的服务器；   4.路由算法不考虑网络状态变化，导致内容访问时延性能差。  为了更好地降低网络时延，提升用户体验，我们将网络划分为一个个自治域(AS),在每个自治域里面找到起关键作用的节点，用于监控或者分发内容，该节点具有一定的全局意识，可以获取当前自治域内的部分信息，从而使内容分发更有效率，因此这个关键节点的选取就比较重要。该节点也可以基于内容的流行度[5]来主动推送一些内容。关于ICN网络中的节点重要性，国内外已经有部分研究，比如基于社交网络中的节点重要性的研究[6]，在社交网络中一般有部分用户起到主导作用，该用户会产生网络中的大部分流量。另外在基于ICN的车联网通信[7]中需要选出有影响力的车辆，便于分发和共享内容，从而也能够提升缓存的命中率，降低访问时延。  除了通过关键节点的主动内容分发降低用户的访问时延，由于信息中心网络的转发表（FIB）表中同一个内容条目会对应多个转发接口，如何选择合适的服务节点，即选取最优的服务节点，也是一种降低用户时延的方法，因此我们的研究在降低用户访问时延方面具有一定的意义。  主要参考文献：  [1]Koponen T,Chawla M,Gon C B,et al.A data-oriented network architecture.In:SIGCOMM 07,Kyoto,Japan,2007  [2]Ain Mark.Academic Dissemination and Exploitation of a Clean-slate Internetworking Architecture:The Publish-Subscribe Internet Routing Paradigm[R/OL].[2011-05-20].  [3]Dannewitz C.NetInf:An Information-Centric Design for the Future Internet[J].Proc.3rd GI/ITG KuVS Workshop on The Future Internet, 2009  [4]JACOBSON V, SMETTERS D K, THORNTON J D, et al. Networking named content[J]. Communications of the ACM, 2012, 55(1):117-124  [5]C Bernardini; T Silverston; and O Festor. MPC:Popularity-based Caching Strategy for Content Centric Networks,Communications (ICC),2013 IEEE International Conference  [6]C Bernardini; T Silverston; and O Festor. Socially-aware caching strategy for content centric networking, Networking Conference,IFIP,2014:1-9.  [7]J. A. Khan, Y. Ghamri-Doudane, and D. Botvich, “Inforank: Informationcentric autonomous dentification of popular smart vehicles,” in IEEE Vehicular Technology Conference, VTC, 2015. | | | |

|  |
| --- |
| **二、研究内容和目标（说明课题的具体研究内容，研究目标和效果，以及拟解决的关键科学问题。此部分为重点阐述内容）（不少于2500字）**  研究内容  本课题旨在研究信息中心网络中时延优化的关键技术，ICN的实现中需要考虑缓存空间大小与链路带宽的均衡等。在理论分析和仿真的基础上，设计出选取关键节点的NodeRank算法，将ICN与NodeRank算法结合，更好地提升网络性能及用户体验。主要从Key Node节点的选取及相应的缓存策略的实现来研究。因此，本课题研究内容包括三个方面：（1）结合ICN网络的特点，实现NodeRank算法；（2）最优服务节点的选取（3）仿真平台的搭建与实现，评估系统方案在降低用户时延方面的性能。  （一）结合ICN网络的特点，实现NodeRank算法  ICN 作为一种新型网络体系结构，增添了一些全新的组成要素，同时现有的一些工作机制与工作流程也需要重新设计。相关文献对ICN 架构的组成以及各种方案进行了深入剖析。总结起来，所涉及的关键技术主要包括：命名机制、缓存策略、路由与转发机制、传输策略、移动性等。ICN的节点转发模型如图1所示。ICN作为一种新型网络体系结构，颠覆了人们对传统IP 网络的认识，给出了一个崭新的研究视角，非常适合现在海量数据获取通信。  信息中心网络，就是网络中的一切都可以看做是信息，可以说是一个信息互联的网络，而非主机互联，其核心对象是信息，通过信息的名字进行标识每一个信息。对网络来说，其中流动的都是有名字的信息，网络能区别每一个信息，但具体信息意义，网络并不知道，靠信息的生产者和消费者的上层应用解释。整个网络及其终端就在各种信息的驱动下运行起来了，而网络的作用就是管理所有信息的流动和缓存，并用正确的信息快速响应信息的请求者。从体系结构来看，内容中心网络延续了TCP/IP的沙漏模型设计理念，即网络层应该是简单高效的，它的设计与底层通信协议无关，与上层的应用也无关，如图2所示。这种沙漏模型的设计，使得网络层的设计简单有效，目的明确，并保证了目前所有底层传输技术都可以很好地支持内容中心网络，同时能够支持丰富多样的应用层业务。  但是ICN在实现的过程中也有一些缺陷，由于可扩展路由的缺失阻碍了ICN的部署。另外目前的ICN采用泛洪机制，会增加网络中的流量，给网络带来负担。      图1 ICN的节点转发模型    图2 传统的TCP/IP网络架构与CCN网络架构的对比  基于NodeRank算法的ICN网络的大致模型如图3所示,该算法的初步实现过程如下：  我们结合网页搜索中的页面排序算法，即PageRank,有针对性地提出了NodeRank算法：根据网络的拓扑图，根据相邻节点的内容请求速率和请求内容的流行度[5]选出一个AS里面的关键节点，该节点可以主动推送一些流行度高的内容，从而减少网络当中的请求包的分发，降低网络流量的同时也降低服务器的压力。网络中的Normal Node可以主动订阅Key Node分发的内容，并优先缓存这些内容。另外关键节点可以分发本自治域里面的一些缓存决策算法，比如将流行度高的内容推送到网络边缘，提升用户体验。各个自治域中的关键节点(Key Node)通过网关节点(Gate Node)通信,实现自治域之间的协作缓存。当网络拓扑变化的时候会重新选举产生新的Key node。    图3基于节点重要性的ICN网络  为了实现基于节点重要性的ICN，目前亟待解决的有下面三个问题：KeyNode的选择、高热度内容的主动分发、As之间的缓存协作。  KeyNode的选择： 根据网络规模选择合适大小的自治域，自治域不可过大或者过小。As过小的话，使网内的traffic增加，过大的话网内时延会比较大。在确定了As的规模后，根据NodeRank算法来选取KeyNode。选取的过程中主要考虑其他邻居节点的指向次数，以及内容的请求速率，进行综合排名，得到本地内最有影响力的节点。选出该节点后，网内的NormalNode需要将自己的路由和拓扑信息报告给KeyNode,便于KeyNode明白整个网络的拓扑和信息。  高热度内容的主动分发：为了有效利用网内资源同时提升内容的分发效率，我们可以在KeyNode上主动广播一些高热度的内容。一方面可以减少网内请求包的数量，进而降低网内流量；另一方面，由于主动分发内容，会降低高低度内容的访问时延。当前内容的热度需要对内容的请求率进行统计得到。  As之间的缓存协作：在信息中心网络中，允许网络节点内嵌缓存单元，实现缓存功能。缓存的作用在于可以将内容数据存储在网络内部，允许内容请求用户直接从网络节点，不必将所有请求发送到内容服务器。这于对内容中心网络具有重要意义，因为内容中心网络不关心内容的来源，如果网络不具备缓存内容的能力，那么所有的内容请求仍会被转发到内容服务器，不仅用户获取内容的时间无法减少，内容服务器的负荷也没有减轻，网络中大量的重复流量依然存在，以内容为中心将失去意义 。现在很多ICN架构将全缓存策略作为默认策略，即在传输经过的所有节点中缓存相同的内容。这种策略没有考虑到节点之间缓存的协作，当不同节点缓存相同的内容时，可能会造成缓存资源的浪费。所以节点是否存储内容，以及存储何种内容，应该考虑到网络中其它节点的情况，基于网络内缓存协作的前提下，完成内容存储的任务。我们通过各个As之间的缓存协作完成，As中的KeyNode通过GateNode进行通信，交换各个As内的信息，从而可以更高效地分发内容。  （二）最优服务节点的选取  CCN是一个多源的网络，由于网络中可能存在同一内容的多个副本，路由表中一个内容条目对应多个内容源（即服务节点），如何选取合适的接口进行转发，对提升用户的访问时延也是很关键的。在传统的基于IP 的网络体系结构中，服务节点选取问题通常采用集中式的控制者，例如 CDN 的代理服务器选取。这些控制者在客户和服务实体之间扮演“中间人”，通过定期地探测全局状态信息，如网络拓扑、链路资源、服务节点负载等，并且决定请求被路由到哪个服务节点。然而，这样的设计机制与内容中心网络的分布式特性不相符，并且面临可扩展性、单点失效等问题。因此，分布式的服务节点选取机制更适合 CCN 的应用环境。  在 CCN 中，常用的策略有全转发策略和随机转发策略和最短路径转发。全转发策略中，节点将兴趣包向多个内容源对应的所有接口转发，然而，多个兴趣包将导致网络中产生冗余流量。随机转发策略随机选择内容源对应的接口中的一个转发兴趣包，但是随机转发无法获得较好的性能。NCE (neighbor cache explore routing，NCE）采用最短路径转发策略，将兴趣包转发到距离当前节点最少跳数的内容源。NCE 方法并不能保证选取最优的内容源，因为其没有考虑链路状况和节点负载，并且节点上缓存的内容副本是频繁变化的，因此选取的内容源节点并不能很好地保证存在所请求的内容。另外在一篇关于services over content-centric routing （SoCCeR）中将服务中心的网络体系和以内容为中心的网络体系结合在一起，提出了一种服务路由和服务选择方法SoCCeR。然而，它并没有考虑节点上内容的动态性和挥发性，因而不能很好地应用到 CCN 副本节点的选取问题。  我们通过考虑网络中的服务节点负载及内容的活跃度以及时延，选取合适的服务节点，使内容请求在满足约束条件的情况下被引导到合适的服务节点，进而也可以提升该节点上内容的生存时间，降低该节点上相应内容的请求替换率。  （三）仿真平台的搭建与实现，评估系统方案在降低用户时延方面的性能。  信息中心网络现有比较成熟的研究项目包括DONA、 CCN 、PSIRP、 NetInf，针对不同的研究项目都有对应的网络研究平台。例如CCNx，是CCN项目中提出的一种覆盖型网络平台。CCNx可以在Linux环境下运行，它是免费的开源项目，我们可以根据自己的需求去做相应配置和修改。从2008年至今，CCNx网络模型一直处于不断开发和更新过程中。CCNx模型直接快速交付命名内容，每一个数据包都有可能存在任意CCNx路由器的缓冲区中，结合其支持的组播或广播交付数据，就使得当所有人对相同的数据感兴趣的时候，网络的使用效率很高。  我们通过CCNsim环境模拟不同拓扑的网络模型来验证基于NodeRank算法的ICN，在网络中选出KeyNode以及高热度内容的分发，并实现不同As之间的协作。  在仿真完成后，对仿真结果进行评价，主要从内容请求的平均时延，内容源服务器的负载以及缓存替换次数方面对系统方案进行评价，验证其在降低用户时延方面的优势。  **研究目标和效果**  1. 分析ICN的网络特征及性能优势。  2. 深入研究信息中心网络的重要技术，在已有网络的基础上实现NodeRank算法。  3.搭建网络实验平台，将NodeRank算法部署到网络拓扑中，得到仿真结果。  4.分析网络性能，和预期的理论分析进行比较。  **拟解决的关键问题**  1. KeyNode节点的选择：在划分好自治域之后，需要根据整个网络的拓扑情况和内容请求速率选出自治域里面的关键节点，该节点的正确选择对提升网络的性能很关键。  2. KeyNode节点的内容主动推送：KeyNode节点会收到NormalNode报告的信息，得到网络的节点情况和链路状况，结合信息中心网络的缓存路由策略，可以有效提高缓存的命中率和数据的转发效率，进而提升网络整体性能。  3.最优服务节点的选取：在满足一定约束条件的情况下，从多个内容源中查找合适的内容源，降低网络中的重复流量和用户获取时延。  4.仿真平台的搭建：在搭建的平台上，实现改进的缓存或路由策略，使其支持信息中心网络功能，提升高热度的内容请求包的请求和转发效率，提高网络资源利用率，降低内容获取时延。 |

|  |
| --- |
| **三、研究方案设计及可行性分析（包括：研究方法，技术路线，理论分析、计算、实验方法和步骤及其可行性等）（不少于800字）**  **研究方法**  本课题的研究内容分为2个部分。第一部分，侧重于信息中心网络的理论研究，即根据ICN网络特性和性能需求，将NodeRank算法加入到ICN网络架构中，设计出合理的网络架构，体现NodeRank在ICN中的优势。第二部分，通过CCNsim搭建相应的网络拓扑，在网络中部署相应的路由策略及缓存策略，将我们的算法与传统的ICN缓存策略和方法比较，不断完善理论机制，优化设计方案，得到较为可靠的网络架构。  **技术路线和理论分析**  1.基于NodeRank的信息中心网络架构设计  在信息中心的网络架构中，主要有2种包类型：数据包和兴趣包。数据包是用户需要的内容，而兴趣包是发送者发送的请求，用来得到数据包。内容数据包的处理过程相对简单：当节点收到数据包时，会对数据包的内容名字段进行最长前缀匹配，首先匹配CS，如果有相同的缓存数据，则直接丢弃该数据包；如果没有，继续与PIT中的条目匹配。若匹配PIT，则向相应的端口转发兴趣包，并将数据包缓存至CS，如果PIT中没有匹配的条目，直接丢弃数据包。如图4所示，是内容数据包的处理流程。    图4 数据包处理流程  如果是内容兴趣包，则先匹配流水线处理中具备CS（Content Store）功能的第一张流表，若存在匹配项，则通过添加的操作从流表中直接读取内容，若不存在匹配项，则将请求发送给下一个作为PIT（Pending Interest Table）功能的流表进行处理；若PIT存在匹配项，记录接入端口，并直接丢弃兴趣包，否则，将兴趣包交给下一张作为FIB（Forwarding Information Base）功能的流表；如果FIB不存在对应的条目，则将兴趣包交付给控制器进行决策，通过全局视图找到对应内容提供者，并将FIB配置到交换机的流表中，这样下次相同的兴趣包到来时，不再要求控制器处理。内容兴趣包的转发流程如图5所示。    图5 兴趣包的处理流程  明确了ICN的基本数据包的处理流程后，我们基于NodeRank的信息中心网络架构设计中，需要将NodeRank部署到ICN网络中，更好地完成内容兴趣包的请求和内容数据包的转发两个关键问题。  2. 通过CCNsim进行网络拓扑的仿真  在ICN网络中，路由方式分为非结构路由和结构路由两大类。其中非结构化路由的代表为CCN,这种路由方法类似IP路由,路由公告多采用洪泛的方法,在实现上与IP网络的兼容性要强,但是当网络内容激增时,如果保护措施不强,路由通告会以指数倍数增长,严重时可能导致网络瘫痪。结构路由的代表为DONA和PSIRR，分别采用树状结构和分布式哈希表路由机制,树形结构在数据传输时占据优势,但是需要有根节点维护整个网络所有内容路由信息,这种结构的稳定性低,分布式哈希便于提取网络的拓扑信息,同时可扩展性强,缺点是可控性差,灵活性差。在ICN网络中，现有缓存策略主要分为两类：路由路径上的缓存策略和路由路径外的缓存策略。路径上的缓存发生在从内容提供者到请求者的整个路由路径的节点上。路由路径上的每一个节点根据管理策略来判断是否需要缓存经过的数据。与路径上缓存策略不同，路径外的缓存可以在路由路径外的节点缓存数据，这也解决了路径上缓存策略存在大量内容重复和访问率低的问题。但路径外缓存策略需要额外的开销来维护缓存状态信息，以便信息请求者发现并利用这些节点缓存的信息。  通过CCNsim完成基于NodeRank的ICN网络的仿真，在仿真的过程中需要设置多种拓扑网络结构，分别与传统的缓存策略和路由策略进行比较，比较不同策略下的内容平均请求时延和缓存命中率。  **实验方法和步骤**  1. 在阅读大量文献的基础上，深入学习信息中心网络的运行流程，分析优势与不足，提出网络搭建方案和改进策略，优化网络负载、时延等性能指标。  2. 结合ICN内容请求包和内容数据包的特点，基于NodeRank算法修改缓存放置和通告策略，实现信息中心网络的内容包匹配转发。  3. 在搭建的网络平台上部署改进的路由或缓存机制，并与改进前的机制做性能对比分析。发现不足，不断改进，不断调试，逐步优化网络的性能表现。  **可行性分析**  本课题主要是为了更好地实现ICN网络中的内容分发，为了减少网络中的冗余流量，并且提升用户感知，降低内容获取时延，我们提出了基于NodeRank的ICN网络关键技术研究，通过找到自治域中的关键节点，通过它来主动推送一些内容，提升网络性能。关于这种基于节点重要性的研究在国内外已有部分理论研究成果，因此理论上具有可行性。  另外在仿真方面，业界有一款比较好用的仿真工具CCNsim，可以实现对ICN数据包的处理以及相关策略的部署，用于验证一些缓存算法和策略。 |

|  |
| --- |
| **四、本研究课题可能的创新之处（不少于500字）**  本课题拟对信息中心网络的缓存策略进行改善，搭建实验平台，验证内容分发效率。针对优化的缓存或路由机制进行研究，提出改进策略，并对策略进行仿真优化和性能分析。创新之处有以下几点：  1.ICN数据转发以内容为中心，有别于传统网络点对点的通信体制，但是目前的缓存是网络内的全缓存，资源利用率不高，我们的方案可以提升缓存利用率。  2.基于NodeRank算法的ICN网络架构设计中，KeyNode节点可以有效监视网络各个节点、链路的状态信息，这对于网络负载均衡、时延优化、故障恢复意义重大。并且通过AS之间的缓存协作机制，可以很好地提升缓存命中率。  3.NodeRank算法中KeyNode节点的主动内容分发，可以减少网络中请求包的分发，降低网络中的流量，同时使内容更靠近用户。为了实现内容的主动分发，需要选择具有一定流行度的内容。  4.在搭建好的支持ICN平台上，可以进行许多理论研究的验证。 将NodeRank算法部署到网络中，验证此时的内容分发效率和缓存利用率。  5.在ICN网络中，为了降低用户时延，本方案中除了考虑到内容的流行度，也考虑了用户之间的社交联系以及共同的兴趣爱好，从而有针对性地部署内容，进一步降低时延，也就是从内容和用户角度降低时延。  6.除了将高热度的内容放到网络边缘，也针对不同类型的内容对时延的敏感度不同，把视频内容放到离用户近的地方。 |
| **五、研究基础与工作条件（1.与本项目相关的研究工作积累基础 2.包括已具备的实验条件，尚缺少的实验条件和拟解决途径）（不少于500字）**  研究基础与实验条件  本人所在项目组主要从事未来网络技术的相关研究，并初步搭建了一个基于CCNx的网络，该网络在视频及聊天的应用中使用了CCN协议，实现了基于CCN的通信及文件共享等，并通过WireShark抓包软件对CCN通信中的一些包进行研究。理论研究方面，阅读了国内外大量关于ICN的缓存及路由相关的论文，对ICN的命名机制、路由机制、缓存机制、安全性等都有所了解；对ICN网络中的内容流行度及相应的缓存改善机制有一定的研究。实践运用方面，参与了内容中心网络关键技术研究和架构设计，在OMNET++仿真平台上搭建了ICN网络架构的仿真环境，实现了信息中心网络的核心功能，并优化了部分ICN路由机制。  实验室已有ICN的仿真开发平台，本人参与了平台的搭建，熟悉平台的使用，平时阅读了关于CCN协议相关的文档，熟悉CCNsim仿真软件的使用。  缺少的实验条件及解决途径  NodeRank算法是借鉴了网页搜索排序中的PageRank算法，并结合ICN的特点进行一定的完善。但是为了更好地服务整个网络，需要节点间相互传递信息，从而使网络中的KeyNode知道整个网络的拓扑及各个节点的资源利用情况，需要后续的完善和改进。由于部分节点只缓存具有一定流行度的内容，因此网络中的内容多样性会相对较低，因此也需要采取一定的措施提升网络中内容的多样性。 |

**学位论文工作计划**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 时间 | 研究内容 | 预期效果 |
| 2015.10-2015.12 | 文献阅读：调研国内外的各种文献，跟踪科研最新进展，结合学位论文任务，查阅ICN的网络特性和关键技术 | 对ICN的路由机制和缓存策略有较好的理解，做好扎实的理论储备，完成开题报告 |
| 2015.12-2016.03 | 在阅读大量文献的基础上，深入学习现有的开发方法，针对平台需求提出结合具体方案，并初步实现网络平台 | 对NodeRank算法的实现，初步实现ICN网络的拓扑仿真 |
| 2016.03-2016.07 | 分析初步实现网络平台的优缺点，针对其不足之处提出改进方法并验证 | 初步实现的网络平台下，通过不断完善设计思路和路由机制等网络要素，使改进后的平台性能更加高效稳定 |
| 2016.07-2016.09 | 借助网络平台，进一步完善提出的设计方案，并在深入理论研究的基础上，分析该网络与传统网络的区别 | 设计网络平台的性能表现应该优于传统网络，达到预期性能指标 |
| 2016.09-2016.12 | 根据已完成的研究成果，完成学位论文的撰写 | 验证目标效果，论文终稿完成，准备最后的答辩 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 评  定  小  组  成  员 | 姓 名 | 职 称 | 单位名称 | 职务 |
| 徐春秀 | 高级工程师 | 北京邮电大学 | 组长 |
| 陈自清 | 高级工程师 | 北京邮电大学 | 成员 |
| 苗建松 | 副教授 | 北京邮电大学 | 成员 |
| 武穆清 | 教授 | 北京邮电大学 | 成员 |
| 赵敏 | 讲师 | 北京邮电大学 | 成员 |
|  |  |  |  |
| 导师意见： | | | | |
| 程艳青同学的论文选题来自于网络构建与融合北京市重点实验室的研究项目，具有重要的理论意义和实用价值。研究了信息中心网络中时延优化的关键技术，了解到ICN的实现中需要考虑缓存空间大小与链路带宽的均衡等。拟设计出选取关键节点的NodeRank算法，将ICN与NodeRank算法结合，以更好地提升网络性能及用户体验。搭建仿真平台，评估系统方案在降低用户时延方面的性能。  了解了存在的问题。研究内容明确，研究计划合理。同意开题。 | | | | |
| 导师（签名）：  日期： 年 月 日 | | | | |
| 开题报告小组意见： | | | | |
| 组长（签名）：  日期： 年 月 日 | | | | |
| 学院意见（签章）： | | | | |
| 负责人：  日期： 年 月 日 | | | | |