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: 2016111452

姓 名: 张冠群

学 院: 网络技术研究院

专业(领域): 计算机科学与技术

研究方向: 云计算与服务计算

导师姓名: 章洋

攻 读 学 位: 工学硕士

2017年12月21日

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 论文题目 | 基于SDN发布订阅系统中多媒体传输质量保证方案的设计与实现 | | |
| 选题来源 | 973、863项目 | 论文类型 | 基础研究 |
| 开题日期 | 2017-12-21 | 开题地点 | 北京邮电大学 |
| **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）**  随着互联网的不断发展，网络带宽不再成为限制数据传输的瓶颈，多媒体数据的传输日益成为人们生产生活中的常态，传统网络中，存储转发的传输模式对链路整体情况没有把控，对数据的时延、丢包率没有保证，因而无法为多媒体传输质量提供保障，急需一种高效、分类的新型网络传输模式，从而提升用户的服务体验。  SDN（Software Defined Networking）是一种新型的网络架构，与传统网络转发相比，它将网络交换机、路由器中的控制层与转发层剥离开来，网络层设备仅负责流量的转发，而网络拓扑的收集、路由计算、流表下发等功能则由控制器实现。当一条无匹配项的流到达交换机时，传统网络的处理方案是使用默认规则（视硬件而定），但每个交换机不会对全网拓扑有完整的认知，因此采取的默认方法有很大几率是错误的，浪费了链路资源，SDN交换机的解决方法则是将该条流传至控制器，由控制器计算相关路径再将流表下发至交换机，从而提高转发的准确率。  发布-订阅（publish–subscribe）是一种消息传播模式，消息的发送者（发布者）不会将消息直接发送给特定的接收者（订阅者），而是将发布的消息按主题分类，把带有主题的消息传送给网络节点，而无需对订阅者（如果有的话）有所了解。同样的，订阅者可以表达对一个或多个类别的兴趣，只接收感兴趣的消息，无需对发布者（如果有的话）有所了解。这样就大大降低了发布者和订阅者之间的耦合度，消息的生产者与消费者实现了脱离，可以更好地完成消息的交互。这种发布者和订阅者的解耦可以允许更好的可扩放性和更为动态的网络拓扑。  本课题基于SDN系统下的发布/订阅系统，为用户提供多媒体传输服务。使用SDN交换机加快传输速度，交换机只负责匹配转发，而控制器根据网络负载情况，使用改进的路由算法计算新的路径，为多媒体数据的传输增强时延、抖动上的保证；使用发布订阅系统模拟真实网络环境下用户间的消息传输行为，从而适应动态的网络需求。本课题在原有系统的队列调整、流量管理的基础上，将原有功能模块迁移并采用全新的设计理念，为多媒体数据传输、路由算法、多端口注册等需求提供支持，同时，编码实现多媒体数据传输，使用队列调整策略和路由算法提供传输质量上的保证。  参考文献：  [1] 温鹏，章洋. 高性能发布/ 订阅系统接口服务的设计与应用[J]. 软件，2013,34（11）：31-35  [2] 王双锦，章洋. 基于OpenFlow的发布/订阅系统中拓扑和路由子系统的研究与实现[D]. 北京：北京邮电大学网络技术研究院，2015.  [3] 臧亚强, 章洋. 基于SDN网络的发布/订阅模式统一消息中间件核心设计与实现[D].北京邮电大学,2015.  [4] 郑啸,罗军舟,曹玖新等.基于发布/订阅机制的Web服务QoS信息分发模型[J].计算机研究与发展,2010,47(6):1088-1097.  [5] 左青云, 陈鸣, 赵广松, 等. 基于 OpenFlow 的 SDN 技术研究[J]. 软件学报, 2013, 24(5): 1078-1097. | | | |

|  |
| --- |
| **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）**  基于SDN的发布/订阅系统是一个软硬件结合、以软件为主的网络应用系统，其优点在于借助SDN网络高度集中式管理、可动态改变、可编程的特点，解决传统网络中无法保证的数据时效性、安全性等问题，构建一个可控且可靠的统一消息中间件网络。  本课题借助实现了OpenFlow协议的交换机，搭建了一个基于SDN的发布/订阅系统，目前，该系统已经实现了基本的转发功能，在队列调整、流量管理上也获得了初步成功，但是这些功能模块还停留在实验阶段，测试环境也仅仅局限在传输文本文件，要想真正实现软件控制网络进而发挥SDN网络的优异性，还需要在真实的网络环境中运行。除此之外，对比之前基于传统网络的发布/订阅系统仍有许多功能需要添加和完善。本课题在充分调研现有项目和阅读大量相关文献和已发表论文之后提出了以下三个研究内容：   1. SDN发布订阅系统的架构设计   基于SDN的发布订阅系统核心架构已经设计完成，主要分为消息接口、订阅管理、路由计算、拓扑维护等几个方面。其架构图如图1所示。    图1  消息接口方面，是发布/订阅节点消息交互的接口，用户通过这个接口实现数据的交互；订阅管理方面，基于 SDN 网络的发布/订阅系统的主题与流表以及路由绑定，因此主题会与一条自定义匹配项绑定。通过这条匹配项，加上 OpenFlow 交换机支持的流表项精确匹配，节点可以对消息进行更准确的转发，同时节点也可以根据这条匹配项来对流表进行管理；路由计算方面，基于 SDN 网络的发布/订阅吸收了基于传统 IP 网络的发布/订阅系统和基于SDN 网络的发布/订阅系统的优点，将其结合在一起形成了“集中管理，分布计算”的体系结构，将根据 Steiner 树计算路由的功能下发到每个节点中，只在流表下发时才统一通过集群控制器进行；拓扑维护方面，分为集群内和集群间拓扑维护，将网络划分为若干集群，每个集群由一个集群控制器进行管理，这样既可以减轻单个控制器的业务压力，也可以保证每个节点的路由层只需给部分交换机下发流表项。这样就可以有效地减少交换机和控制器之间的交互，从而提高发布/订阅管理系统整体的稳定性，交换机获取拓扑通过控制器实现。  上述功能在目前的实验环境下已经能很好的运行，但实验内容多为传输文本文件时的时延、丢包率分析，本课题研究的多媒体传输质量的保证还未曾涉及。此外，原本的队列调整算法还处于试验阶段，在调整的策略上还存在着滞后、效果不明显等问题，本课题需要结合多媒体数据的特点与实际传输情况，优化已有的队列调整策略，结合路由算法，为多媒体数据的传输提供质量上的保障。   1. 质量优化方案   2.1 队列调整  现有系统中，队列调整模块还处于理论阶段。在总带宽一定的前提下，高优先级队列拥有较高的带宽资源。队列管理策略，即通过队列的拥塞程度调整队列带宽的策略，而队列的拥塞程度可以通过平均队列长度和队列带宽综合分析得到。在准确获取平均队列长度之后，进而根据平均队列长度判断队列的拥塞程度。基于此，我们获取了队列的拥塞程度。接下来，依靠全局策略和用户需求对不同优先级的队列进行带宽调整，在交换机的转发能力范围内尽量满足不同用户的需求。  本课题拟将队列管理用于实际转发过程中，队列按照优先级的高低，结合多种数据传输时对服务质量要求的不同（控制信息需要保证丢包率，多媒体数据需要低时延，文本数据无较高要求），分别用于传输控制信息、多媒体数据信息、文本文件信息，控制信息用于对多媒体数据进行控制，由于多媒体数据传输的实时性，信息的发送方和接收方需要对多媒体数据时间逻辑上进行掌控，即在保证高优先级队列（控制信息）传输质量的同时，适量调整队列带宽分配，从而提高低优先级队列（多媒体数据）的传输质量，这在一定程度上可以提高带宽资源的利用率，保证多媒体数据的传输质量。  2.2 路由算法  传统网络中，对流量的控制和转发都依赖于网络设备实现，且设备中集成了与业务特性紧耦合的操作系统和专用硬件，这些操作系统和专用硬件都是各个厂家自己开发和设计的，在实际应用中很难人为的控制其转发的行为，在灵活性等方面有着很大的不便。在SDN网络中，网络设备只负责单纯的数据转发，可以采用通用的硬件；而原来负责控制的操作系统将提炼为独立的网络操作系统，负责对不同业务特性进行适配，而且网络操作系统和业务特性以及硬件设备之间的通信都可以通过编程实现。  本课题提升QoS的另一方式是通过反馈得到链路实时情况，队列调整只能在一定程度上缓解拥塞情况，原本的路由计算时在得到发布者、订阅者位置关系后，根据Dijkstra算法计算出一条最短路径，但这条链路在实际传输过程中未必是性能最优化的，更不可能一直适应实时的网络情况，当链路拥塞超出阈值且队列调整策略无法进一步提升传输质量时，就必须通过路由算法，考虑当前网络的拥塞情况，计算出一条新的路径，重新下发流表，缓解链路拥塞的状况，最终提升用户的传输质量。  2.3 多端口服务  在基于SDN网络的发布/订阅系统中，当一个新的节点加入到网络中时会发布一个webservice服务，该服务用于接收发布者和订阅者的发布（取消发布）和订阅（取消订阅）注册，也用于接受由其他集群转发过来的消息。换言之，消息在SDN网络中的传播是基于SOAP和XML的。然而，webservice有一定的弊端，比如效率较低、发布的服务有数量限制，端口占用等，当用户注册服务时，对外只暴露一个端口，这大大限制了用户访问数量。  本课题拟提升用户并发性，目前方案为开放多端口，用户访问时分配不同端口，当有新的用户注册服务时，通过控制器暴露的注册端口注册服务，控制器内部实现了一个容器，用于保存用户的连接信息，端口数量的增加意味着用户并发访问数量的提升，系统将各端口工作线程情况综合考略，实现负载均衡，这在一定程度上缓解了多用户并发访问的压力，可以提升用户的服务体验。   1. 多媒体传输实现   在基于SDN的发布订阅系统中， 现有研究的内容还是传输文本字节流，这并不符合真实网络环境中用户的需求。在实际传输过程中，用户需要的往往是更大的文件信息，更进一步，音频、视频等多媒体文件正逐渐成为互联网中信息交互的主体。同时，用户对于实时性也有进一步的要求，实时传输视频流也是重要的一环。  RTP协议是由IETF开发的实时传输协议，可以在面向连接或无连接的下层协议上工作，通常和UDP协议一起使用；RTP定义了两种报文：RTP报文和RTCP报文，RTP报文用于传送媒体数据（如音频和视频），RTCP协议用于传送控制信息，以实现协议控制功能，这是一种基于接受者反馈的网络传输QoS监测机制，在RTCP的接收报告中包含了当前网络传输QoS有关信息，如报文丢失率、平均时延等，发送者可以通过这些信息监测和评价网络传输QoS状况，并采取适当的策略实施同步。而基于SDN的发布订阅系统，提供了多队列传输、路由计算等功能，可以在不同队列中分别传输RTCP、RTP信息，同时根据RTCP中得到的反馈，重新计算当前网络环境中发布/订阅者间相应的路径，缓解链路压力，这使得RTP协议和本课题所在的系统环境得到了很好的契合，有助于提升用户的服务质量。RTP包格式如图2所示。    图2  其中比较重要的几个域及其意义为：1.CC：表示CSRC标识的数目CSRC标识紧跟在RTP固定头部之后，用来表示RTP数据报的来源；2.PT：负载类型，标明RTP负载的格式，包括所采用的编码算法、采样频率、承载通道等；3.sequence number：序列号，用来为接收方提供探测数据丢失的方法；4.timestamp：时间戳，记录了负载中第一个字节的采样时间。  本课题旨在实现一种基于RTP协议的多媒体传输机制。RTP协议中，发送发、接收方的工作流程如图3所示。    图3  其中，建立会话流程细化为建立会话管理机制，注册成为listener，初始化会话和开始会话几个步骤，具体流程如图4所示。    图4  在发布/订阅系统中，结合发布、订阅原语，将发布者—订阅者间的会话建立流程表示如下。    图5  接收方首先订阅希望获得的视频信息，发送方通过发布订阅系统获知该订阅，且自身满足服务需求，则发布能够提供相关服务的信息；接收方需要注册在发布者的SessionMgr上成为listener，订阅相应事件，发送方获知订阅后添加成功，并发布该事件；接收方需要协商视频传输的大小、格式、编码、事件戳等具体协议信息，发送方发布初始化的会话参数；发送方确认相关参数后，同意开始RTP会话，发送方发布开始会话事件。在实际传输过程中，接收方订阅相应主题，发送方发布匹配的主题，而系统会将主题编码，作为流表的匹配项下发至交换机，然后在网络中传输。 |

|  |
| --- |
| **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）**  现阶段，基于SDN的发布/订阅系统已经实现了基本功能，路由计算、拓扑维护、订阅管理、数据转发模块使得当前系统能够实现文本字节流传输，但这与真实网络环境的复杂性相去甚远。因此，本课题的一个主要目标就是整合已有模块，实现复杂网络下的多媒体传输，并且优化传输性能，保障传输的实时性、稳定性，同时在后期的测试过程中，进行相应的性能测试，解决出现的问题，构建真正健壮的系统。  本课题是在现有的基于SDN的发布/订阅系统基础上进行的功能改进和完善以及原有功能从旧系统向新系统的过度，因此整个课题基于现有的基于SDN网络的发布/订阅系统管理系统，在SDN网络环境的基础上，首先进行功能上的完善，进而实现多媒体数据的传输，最后研究传输质量上的保障，具体方案如下：  1.深入了解SDN网络的相关技术。本课题是基于SDN网络来做实现的，因此首先要对整个SDN网络有深刻的理解，这其中包括SDN实验环境的搭建，掌握OpenFlow交换机中流表的包头、计数器、操作的定义与规范；学习Open vSwitch虚拟路由器的安装配置及相关操作命令；了解安全通道SSH的协议、连接如何建立与中断等操作；SDN网络控制器OpenDayLight对于流表进行增删改查等操作的相关命令等。同时，现有的实验环境中，结合OpenFlow交换机，需要熟悉硬件配置，学会下发流表、设置队列等基本操作，搭建基于SDN的发布/订阅系统。  2.实现多媒体传输。本课题的最终目的是在真实网络环境下保证用户传输多媒体信息，RTP协议提供了实时视频流传输的保障，RTP协议是一种基于UDP的传输协议，它定义了两种报文：RTP报文和RTCP报文，RTP报文用于传送多媒体数据（如音频和视频），它由RTP报头和数据两部分组成，RTP数据部分称为有效载荷；RTCP报文用于传送控制信息，以实现协议控制功能；协议本身不提供流量控制或拥塞控制，对丢失的数据包，不存在由于超时检测而带来的延时，这样，客户端虽然会有短暂的不清晰画面，却保证了实时性的体验和要求。因此需要详细了解RTP协议的内容，并能够熟练掌握编码操作，从而实现多媒体传输功能。  3.传输质量保证方案的设计：在得到发布者、订阅者位置信息后，控制器会根据Dijkstra算法计算出两者间的最短路径，并沿途下发流表，原有系统实现了队列调整，根据平均队列长度和队列带宽综合得到队列拥塞程度，通过队列拥塞程度调整队列带宽，从而达到带宽资源分配的目的，已有的调整策略在某种程度上可以帮助提升传输质量。目前暂定的设计方案是，由于多种数据对传输质量的要求不同，RTCP控制信息需要保证其准确性，丢包率要求高，RTP多媒体数据信息对实时性要求高，要保证低时延，文本数据对丢包率、时延无较高要求，在实际传输时，需要将RTCP控制信息、RTP多媒体数据、文本数据分队列传输，由于RTCP控制信息保存了多媒体数据逻辑时间信息和包信息，因此在总带宽一定的情况下要保证RTCP控制信息传输不丢失，在此基础上，可以对队列带宽进行调整，设定文本文件传输的丢包率、时延上的最低阈值，在可变范围内尽量满足多媒体数据传输的时效性；但是这样的调整能力是有限的，在多用户并发传输时，若某个用户对时延要求较高而该条链路现有的队列调整策略无法满足时（RTCP控制信息不丢且文本数据传输质量已达最低阈值），需要将链路状态上传，由控制器实时考虑拓扑整体负载情况，重新计算出一条新的链路，从而降低用户传输的时延和丢包率，达到保障传输质量的要求。  总之，在仔细调研SDN网络技术和开源实现的基础上，前期仔细、慎重地设计系统结构，然后编码实现，后期严谨测试，完成复杂订阅功能，构建集高性能、高可靠性的发布/订阅系统，并为用户传输多媒体信息提供质量上的保障。 |

|  |
| --- |
| **四、本研究课题可能的创新之处（不少于500字）**  基于WS-Notification的发布/订阅系统在SDN网络环境下获得了可靠和高效的传输特性。对比现有的系统，本课题的创新点有以下几个方面：  1.多媒体数据传输：目前的SDN网络中，大多为独占式、文本字节流的用户数据传输模式，本课题中，链路会根据各自传输数据的内容，分成三个拥有不同带宽的队列，分别用于传输控制信息、音频/视频信息、传统文本文件信息，这三个队列间并行传输互不干扰，在总带宽一定的前提下，通过队列调整策略，保证控制信息传输的准确性，尽量满足多媒体数据传输的实时性，在发生拥塞而队列调整算法无法进一步提升用户服务质量时，结合网络实时负载情况，重新计算新的链路并下发流表，缓解拥塞情况，从而充分利用网络资源，并且能够提供可靠、高质量的传输服务。  2.路由算法：SDN网络环境中，控制层和转发层分离，交换机通过硬匹配只负责数据的转发，具体流表的下发由控制层掌控，现有的项目中，路由的计算是在确定发布者、订阅者位置后计算得到的（通常是最短或最优），计算完成这条链路也就确定不变了，这并未将实际网络负载考虑在内，我们无法确定在发生拥塞时该条链路是否仍然能够保证传输的高质量，因此，我们可以设计管理员的角色，在数据传输过程中，实时分析网络资源使用情况，当队列调整策略无法满足用户需求时，将网络实时负载作为一个因子考虑在内，计算出一条适合传输的通路并下发，从而实现负载均衡，提高网络资源的利用率，保证用户多媒体数据的传输质量。  3.多端口服务：传统的发布订阅系统中，用户使用WS接口获得注册服务，这是一种基于SOAP的方式，由于单端口的工作模式和协议本身的局限性，用户数量上存在明显限制，若用户数量超出一个并不庞大的阈值时，系统不得不选择丢弃策略，这将严重影响用户的服务体验，而在真实网络环境中，高并发才是正常情况，因此本文旨在提出一种开放多端口注册服务的方式，在多用户并发注册服务时，能够综合考虑每个端口的工作线程数量，合理安排，实现负载均衡，最终提升系统的并发性，从而提升用户的服务质量。 |
| **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）**  就目前状况而言，已经有较为完善的实验研究，实现了队列调整、流量管理、接口优化等功能，为本课题的研究提供了基本框架和理论支持，在此基础上本课题可以迅速开展。另一方面，依据已有的硬件设施，已经搭建起来一个基于OpenFlow交换机的简单SDN网络，为本课题的实验环境搭建提供了一定的硬件保证，实验工具和经验都能够为本课题的完成提供很大的帮助。  本课题的研究分为四个阶段：前期调研阶段、编码实现阶段、整理调试阶段、测试发布阶段。不同阶段需要不同的研究基础和工作条件。  前期调研阶段：本阶段的任务主要是深入了解现有系统的运行机制，了解已有项目的最初设计方案和目前完成情况，熟悉OpenF交换机的基本操作，如流表下发、队列设置等，对接下来工作的方向和可能遇到的问题有一个大致的了解，为以后的工作打好基础。  编码实现阶段：严格遵循设计方案开展代码的编写工作，实现基于RTP协议的多媒体数据实时传输，并将其与发布/订阅系统结合起来，在编码的过程中不断对原有的设计进行实验和反思，并根据具体情况对原始计划进行更改完善。本阶段要求较高的代码编写能力和问题解决能力。  整理调试阶段：本阶段一方面将多媒体传输模块、路由算法模块、多端口注册模块整合成一个完整的项目，另一方面需要设计出详尽且有效的测试要求，具体分为功能测试和性能测试，为最终的测试发布打好基础。  测试发布阶段：本阶段的主要工作是测试和完善在整理调试后的整体代码，此部分需要先进行功能测试判断项目的功能实现情况，检验在基于SDN的发布/订阅系统中，多媒体数据的传输是否能够实现，再采取性能测试评价工程的性能，测试多用户传输的复杂网络情况下，多媒体数据的传输质量是否得到了保证。 |

**学位论文工作计划**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 时间 | 研究内容 | 预期效果 |
| 2017.12-2018.3 | 熟悉OpenFlow交换机的操作，多媒体数据传输的实现 | 掌握硬件操作，编码实现多媒体数据的传输 |
| 2018.4-2018.10 | 实现路由算法，代码整合 | 完成代码的编写，将路由算法、数据传输模块与系统整合在一起 |
| 2018.11-2019.3 | 设计完整的测试模块，调试代码 | 代码功能完善，能够实现毕设的要求 |
| 2019.4-2019.6 | 测试，准备答辩 | 功能测试和性能测试良好，答辩通过 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 评  定  小  组  成  员 | 姓 名 | 职 称 | 单位名称 | 职务 |
| 乔秀全 | 教授 | 北京邮电大学 | 成员 |
| 程渤 | 教授 | 北京邮电大学 | 成员 |
| 吴步丹 | 副教授 | 北京邮电大学 | 成员 |
| 章洋 | 副教授 | 北京邮电大学 | 成员 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 导师意见： | | | | |
| 使用基于SDN的发布订阅系统进行多媒体传输，并保障传输质量，其方案研究与设计，具有一定的理论意义和应用价值；该开题报告内容充实，技术路线合理，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 | | | | |