



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105553845 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201610034436. 1

(22) 申请日 2016. 01. 19

(71) 申请人 重庆邮电大学

地址 400065 重庆市南岸区黄桷垭崇文路 2 号

(72) 发明人 柴蓉 蒋桂香 胡恂 陈前斌

(74) 专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有限公司 11275

代理人 廖曦

(51) Int. Cl.

H04L 12/721(2013. 01)

H04L 12/725(2013. 01)

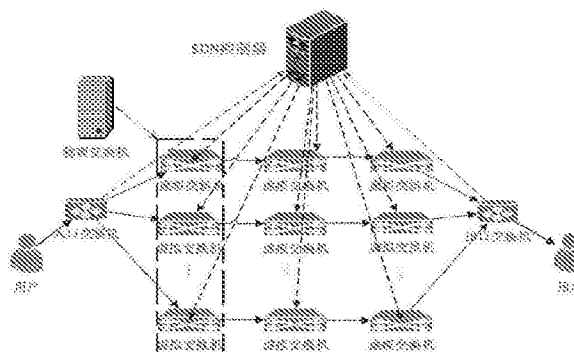
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

### (54) 发明名称

一种软件定义网络路由选择方法

### (57) 摘要

本发明涉及一种软件定义网络路由选择方法,属于通信网络技术领域。该方法针对现有 SDN 路由选择算法存在的不足,利用网络虚拟化技术(NFV)将物理交换机传输及存储资源进行划分,构建多个虚拟交换机,以实现面向 QoS 需求的业务支持;通过评估源节点业务特性,各条候选路由传输特性,以及源节点数据经各候选路由的传输性能,优化确定对应最优传输性能的路由,从而有效保障用户 QoS,并实现网络性能优化。



1.一种软件定义网络路由选择方法,其特征在于:具体包括以下步骤:

步骤1):用户发送数据流至核心网入口交换机,入口交换机接收数据流并检查是否存在匹配流表项,若存在,则实施流表对应动作,否则,执行步骤2);

步骤2):入口交换机将数据流转发请求发送至SDN控制器;

步骤3):控制器根据接收的数据转发请求消息获取数据流的状态信息、QoS需求信息以及目标交换机的状态信息,并调用拓扑结构模块获取网络资源状态信息;

步骤4):控制器根据用户业务及网络特性,构建虚拟交换机;

步骤5):控制器调用优化路由选择算法,确定数据流最佳路由;

步骤6):控制器将路由选择策略指令下发至入口交换机和链路虚拟交换机;

步骤7):入口交换机及链路虚拟交换机根据控制器的路由指令更新流表;

步骤8):入口交换机及链路虚拟交换机基于流表路由策略对此数据流进行转发,直至到达出口交换机。

2.根据权利要求1所述的一种软件定义网络路由选择方法,其特征在于:在本方法中,所述用户数据流信息具体包括数据流到达特性、业务持续时间;所述用户的QoS信息具体包括数据传输速率、接入时延及丢包率要求。

3.根据权利要求1所述的一种软件定义网络路由选择方法,其特征在于:在本方法中,路由选择方法的建模流程具体包括:

S1:建模用户数据流产生曲线:针对SDN中的业务流量特性,采用IETF提出流量特性规范T-SPEC( $r^{(m)}, L^{(m)}, r^{(a)}, L^{(b)}$ )对用户业务在入口交换机处用户业务建模,建模第i个用户产生曲线为 $\alpha_i(t) = \min(r_i^{(m)}t + L_i^{(m)}, r_i^{(a)}t + L_i^{(b)})$ ,其中, $r_i^{(m)}$ 为第i个用户数据流最大到达速率, $L_i^{(m)}$ 为第i个用户数据流正常传输情况下最大数据包大小, $r_i^{(a)}$ 为第i个用户数据流平均产生速率, $L_i^{(b)}$ 为第i个用户数据流突发业务对应数据流大小;假设第i个用户数据流到达率服从泊松分布,数据流中到入口交换机的最大速率为: $r_i^{(m)} = L_i^{(m)}\lambda_i^{\max}$ ,其中 $L_i^{(m)}$ 为第i个用户数据流正常传输情况下最大数据包大小, $\lambda_i^{\max}$ 为数据流到入口交换机的到达率;

S2:构建虚拟交换机:利用网络功能虚拟化技术,将物理交换机传输及存储资源进行划分,构建多个虚拟交换机,以实现面向QoS需求的业务支持;

S3:基于网络微分理论建模虚拟交换机服务曲线:建模虚拟交换机服务特性服从延迟服务系统,具体地,令 $\beta_{m,j}$ 为第j条路由的第m个虚拟交换机服务曲线,可得:

$$\beta_{m,j}(t) = R_{m,j}(t - \theta_{m,j})^+,$$

其中, $(x)^+ = \max\{x, 0\}$ ;第j条路由的等效服务曲线可建模为:

$$\beta_j(t) = \beta_{1,j}(t) \otimes \dots \otimes \beta_{m,j}(t) \dots \otimes \beta_{m_j}(t) = R_j(t - \theta_j)^+, \quad \text{其中 } R_j = \min\{R_{1,j}, R_{2,j}, \dots, R_{m_j,j}\},$$

$\theta_j = \sum_{m=1}^{m_j} \theta_{j,k}$ ,交换机服务时间T服从指数分布,其概率密度函数为: $\varphi(t) = \frac{1}{\mu} e^{-\frac{1}{\mu}t}$ ,则第j条路由

的第k个虚拟交换机的服务速率为 $R_{j,k}(t) = \delta \mu_{j,k}(\mu = \frac{1}{\lambda})$ , $\delta$ 由第j条路由的第k个虚拟交

换机性能决定;时延 $\theta_{j,k} = \frac{L_i^{(m)}}{R_{i,j,k}} + \frac{L_{j,k}^m}{c_j^t}$ ,  $L_i^m$ 为数据流的最大分组长度大小,即 $L_{j,k}^m$ 是路由交换机中所能容纳的数据流的最大分组长度, $c_j^t$ 是链路的总速率;

S4:评估数据流传输性能:

选择具有到达曲线的 $\alpha_i(t)$ 的第j条路由数据流,可得数据有效传输带宽 $e_{ij}^D$ 为:

$$e_{ij}^D(\alpha) = \sup_{t \geq 0} \left\{ \frac{\alpha_i(t)}{t + D_{ij}} \right\} = \max \left\{ r_i^{(a)}, \frac{L_i^{(m)}}{D_{ij}}, \frac{(L_i^{(m)} + r_i^{(m)} s_i)}{s_i + D_{ij}} \right\}, \text{ 其中 } D_{i,j} \text{ 为时延约束,}$$

$$D_{ij} = \max \{ D_{i,j,k}, k=1,2,\dots \}, D_{i,j,k} = \theta_{i,j,k} + \frac{L_i^{(b)}}{R_{i,j,k}}, s_i = \frac{L_i^{(b)} - L_i^{(m)}}{r_i^{(m)} - r_i^{(a)}}, \text{数据流最大服务时延为:}$$

$$d_{ij}^{\max}(\alpha, \beta) = \sup_{t \geq 0} \left\{ \inf \{ T : T \geq 0; \alpha_i(t) \leq \beta_j(t+T) \} \right\} = \max \left\{ \frac{\alpha_i(s)}{R_{i,j,k}} + \theta_j - s_i, \frac{L_i^m}{R_{i,j,k}} + \theta_j \right\}, \text{积压上界}$$

$$\text{为 } b_{ij}^{\max}(\alpha, \beta) = \sup_{t \geq 0} \{ \alpha_i(t) - \beta_j(t) \} = \max \{ \alpha_i(s_i), \alpha_i(s_i) - \beta_j(s_i) \};$$

S5:实现面向业务特性的最优路由选择:

针对吞吐量敏感性业务:令 $R_{i,j}^{\min}$ 为第i个用户第j条路由的数据包传输速率最低阈值,在满足业务最低速率需求: $R_{i,j,k} \geq R_{i,j}^{\min}$ ,选择 $j^* = \arg \max \{ e_{ij}^{(D)} \}$ ;针对时延敏感性业务:令 $d_j^{\max}$ 为第i个用户第j条路由的数据包传输时延的最高阈值,在满足服务延时需求 $d_{ij}^{\max} \leq d_j^{\max}$ 的所有候选路由中,选择 $j^* = \arg \min \{ d_{ij}^{\max} \}$ ;针对误码率敏感性业务: $R_i^{\min}$ 为第i个用户第j条路由的数据包传输速率的最低阈值, $d_j^{\max}$ 为第i个用户第j条路由的数据包传输时延的最高阈值,在满足: $R_{ij} \geq R_i^{\min}$ ,  $d_{ij}^{\max} \leq d_j^{\max}$ 的所有候选路由中;选择 $j^* = \arg \min \{ b_{ij}^{\max} \}$ 。

## 一种软件定义网络路由选择方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于通信网络技术领域,涉及一种软件定义网络路由选择方法。

### 背景技术

[0002] 软件定义网络(Software Defined Networking,SDN)是由美国斯坦福大学提出的以OpenFlow为基础的新型网络创新架构。SDN的典型架构共分三层,最上层为应用层,包括各种不同的业务和应用;中间层为控制层,主要负责处理数据转发设备资源的编排,维护网络拓扑和状态信息等;最底层为数据层,主要负责基于流表的数据处理、转发和状态收集。SDN具有为控制平面与数据平面分离、集中式网络控制、控制层与数据层设备之间提供开放网络接口、网络可由外部程序编程等特性,使其可实现了网络流量的灵活控制,使网络作为管道变得更加智能,从而为核心网及应用的创新提供了良好的平台。

[0003] 在SDN架构中,各类交换机业务传输及处理能力的异构特性,网络状态的动态变化以及用户业务特性的多样性均对SDN的路由选择算法提出困难及挑战。目前已有研究针对SDN网络架构,研究路由算法及协议。

[0004] 文献[Batalle J,Ferrer J,EscalonaE,et al.On the Implementation ofNFVover an OpenFlow Infrastructure:Routing Function Virtualization[C]//2013IEEE SDNfor Future Networks and Services(SDN4FNS),pp.1-6.]中提出采用路由功能虚拟化模块RFV实现虚拟路由协议,以减少控制平面的开销,但未考虑具体的路由方法;文献[ZhaoK,Li Q,JiangY.Flow-LevelConsistent Update in SDN Based on K-prefix Covering[C]//IEEE Global Communications Conference(GLOBECOM),2014,pp.1884-1889.]针对SDN复杂网络架构和不连续网络状态可能引起的路由冲突和传输中断问题,提出一种K级前缀覆盖的机制以保证数据流级的连续配置;文献[Zhang SQ;Zhang Q;Bannazadeh H,et al.Network Function Virtualization EnabledMulticast Routing on SDN[C]//IEEE International Conference on Communications(ICC),2015,pp.5595-5601]提出为源和目的虚拟化节点选择合适的多播拓扑路由算法,以减小拓扑构建开销,但是该算法未能综合考虑影响数据传输QoS的多因素。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种软件定义网络路由选择方法,该方法通过评估源节点业务特性,各条候选路由传输特性,以及源节点数据经各候选路由的传输性能,优化确定对应最优传输性能的路由,从而有效保障用户QoS,并实现网络性能优化。

[0006] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 一种软件定义网络路由选择方法,具体包括以下步骤:

[0008] 步骤1):用户发送数据流至核心网入口交换机,入口交换机接收数据流并检查是否存在匹配流表项,若存在,则实施流表对应动作,否则,执行步骤2);

[0009] 步骤2):入口交换机将数据流转发请求发送至SDN控制器;

[0010] 步骤3):控制器根据接收的数据转发请求消息获取数据流的状态信息、QoS需求信息以及目标交换机的状态信息,并调用拓扑结构模块获取网络资源状态信息;

[0011] 步骤4):控制器根据用户业务及网络特性,构建虚拟交换机;

[0012] 步骤5):控制器调用优化路由选择算法,确定数据流最佳路由;

[0013] 步骤6):控制器将路由选择策略指令下发至入口交换机和链路虚拟交换机;

[0014] 步骤7):入口交换机及链路虚拟交换机根据控制器的路由指令更新流表;

[0015] 步骤8):入口交换机及链路虚拟交换机基于流表路由策略对此数据流进行转发,直至到达出口交换机。

[0016] 进一步,在本方法中,所述用户数据流信息具体包括数据流到达特性、业务持续时间;所述用户的QoS信息具体包括数据传输速率、接入时延及丢包率要求。

[0017] 进一步,在本方法中,路由选择方法的建模流程具体包括:

[0018] S1:建模用户数据流产生曲线:针对SDN中的业务流量特性,采用IETF提出流量特性规范T-SPEC( $r^{(m)}, L^{(m)}, r^{(a)}, L^{(b)}$ )对用户业务在入口交换机处用户业务建模,建模第i个用户产生曲线为 $\alpha_i(t) = \min(r_i^{(m)}t + L_i^{(m)}, r_i^{(a)}t + L_i^{(b)})$ ,其中, $r_i^{(m)}$ 为第i个用户数据流最大到达速率, $L_i^{(m)}$ 为第i个用户数据流正常传输情况下最大数据包大小, $r_i^{(a)}$ 为第i个用户数据流平均产生速率, $L_i^{(b)}$ 为第i个用户数据流突发业务对应数据流大小;假设第i个用户数据流到达率服从泊松分布,数据流中到入口交换机的最大速率为: $r_i^{(m)} = L_i^{(m)}\lambda_i^{\max}$ ,其中 $L_i^{(m)}$ 为第i个用户数据流正常传输情况下最大数据包大小, $\lambda_i^{\max}$ 为数据流到入口交换机的到达率;

[0019] S2:构建虚拟交换机:利用网络功能虚拟化技术,将物理交换机传输及存储资源进行划分,构建多个虚拟交换机,以实现面向QoS需求的业务支持;

[0020] S3:基于网络微分理论建模虚拟交换机服务曲线:建模虚拟交换机服务特性服从延迟服务系统,具体地,令 $\beta_{m,j}$ 为第j条路由的第 $m_j$ 个虚拟交换机服务曲线,可得:

$$[0021] \quad \beta_{m,j}(t) = R_{m,j}(t - \theta_{m,j})^+,$$

[0022] 其中, $(x)^+ = \max\{x, 0\}$ ;第j条路由的等效服务曲线可建模为:

$$[0023] \quad \beta_j(t) = \beta_{1,j}(t) \otimes \dots \otimes \beta_{m_j,j}(t) \dots \otimes \beta_{m_j,j}(t) = R_j(t - \theta_j)^+, \text{ 其中 } R_j = \min\{R_{1,j}, R_{2,j}, \dots, R_{m_j,j}\},$$

$\theta_j = \sum_{m=1}^{m_j} \theta_{j,k}$ ,交换机服务时间T服从指数分布,其概率密度函数为: $\varphi(t) = \frac{1}{\mu} e^{-\frac{1}{\mu}t}$ ,则第j条路由

出的第k个虚拟交换机的服务速率为 $R_{i,j,k}(t) = \delta \mu_{i,j,k}(\mu = \frac{1}{\lambda})$ , $\delta$ 由第j条路由的第k个虚拟交

换机性能决定;时延 $\theta_{j,k} = \frac{L_i^{(m)}}{R_{i,j,k}} + \frac{L_{j,k}^m}{c_j^t}$ , $L_i^{(m)}$ 为数据流的最大分组长度大小,即 $L_{j,k}^m$ 是路由交

换机中所能容纳的数据流的最大分组长度, $c_j^t$ 是链路的总速率;

[0024] S4:评估数据流传输性能:

[0025] 选择具有到达曲线的 $\alpha_i(t)$ 的第j条路由数据流,可得数据有效传输带宽 $e_{ij}^D$ 为:

$$[0026] \quad e_{ij}^D(\alpha) = \sup_{t \geq 0} \left\{ \frac{\alpha_i(t)}{t + D_{ij}} \right\} = \max \left\{ r_i^{(a)}, \frac{L_i^{(m)}}{D_{ij}}, \frac{(L_i^{(m)} + r_i^{(m)} s_i)}{s_i + D_{ij}} \right\}, \text{ 其中 } D_{i,j} \text{ 为时延约束,}$$

$$D_{ij} = \max \{ D_{i,j,k}, k=1,2,\dots \}, D_{i,j,k} = \theta_{i,j,k} + \frac{L_i^{(b)}}{R_{i,j,k}}, s_i = \frac{L_i^{(b)} - L_i^{(m)}}{r_i^{(m)} - r_i^{(a)}}, \text{ 数据流最大服务时延为:}$$

$$d_{ij}^{\max}(\alpha, \beta) = \sup_{t \geq 0} \left\{ \inf \{ T : T \geq 0; \alpha_i(t) \leq \beta_j(t+T) \} \right\} = \max \left\{ \frac{\alpha_i(s)}{R_{i,j,k}} + \theta_j - s_i, \frac{L_i^m}{R_{i,j,k}} + \theta_j \right\}, \text{ 积压上界}$$

$$\text{为 } b_{ij}^{\max}(\alpha, \beta) = \sup_{t \geq 0} \{ \alpha_i(t) - \beta_j(t) \} = \max \{ \alpha_i(s_i), \alpha_i(s_i) - \beta_j(s_i) \};$$

[0027] S5:实现面向业务特性的最优路由选择:

[0028] 针对吞吐量敏感性业务:令  $R_{ij}^{\min}$  为第i个用户第j条路由的数据包传输速率最低阈值,在满足业务最低速率需求:  $R_{i,j,k} \geq R_i^{\min}$ , 选择  $j^* = \arg \max \{ e_{ij}^{(D)} \}$ ; 针对时延敏感性业务:令  $d_j^{\max}$  为第i个用户第j条路由的数据包传输时延的最高阈值,在满足服务延时需求  $d_{ij}^{\max} \leq d_j^{\max}$  的所有候选路由中,选择  $j^* = \arg \min \{ d_{ij}^{\max} \}$ ; 针对误码率敏感性业务:  $R_i^{\min}$  为第i个用户第j条路由的数据包传输速率的最低阈值,  $d_j^{\max}$  为第i个用户第j条路由的数据包传输时延的最高阈值,在满足:  $R_{ij} \geq R_i^{\min}, d_{ij}^{\max} \leq d_j^{\max}$  的所有候选路由中;选择  $j^* = \arg \min \{ b_{ij}^{\max} \}$ .

[0029] 本发明的有益效果在于:本发明提供的方法利用虚理化技术(NFV)将物理交换机传输及存储资源进行划分,构建多个虚拟交换机,以实现面向QoS需求的业务支持。通过评估源节点业务特性,各条候选路由传输特性,以及源节点数据经各候选路由的传输性能,优化确定对应最优传输性能的路由,从而有效保障用户QoS,并实现网络性能优化。

## 附图说明

[0030] 为了使本发明的目的、技术方案和有益效果更加清楚,本发明提供如下附图进行说明:

[0031] 图1为本发明路由转发模型示意图;

[0032] 图2为本发明实施例建模流程图。

## 具体实施方式

[0033] 下面将结合附图,对本发明的优选实施例进行详细的描述。

[0034] 图1所示为本发明路由转发模型示意图。用户发送数据流到达网络中,入口交换机接收数据流并检查匹配流表项,若存在,则实施流表对应动作;入口交换机将新数据流转发请求发送至SDN控制器;控制器根据接收的数据转发请求消息获取数据流的状态信息、QoS需求信息以及目标交换机的状态信息,并调用拓扑结构模块获取网络资源状态信息;控制器调用候选路由确定算法,确定数据流候选路由,继而调用优化路由选择算法,确定数据流最佳路由及最佳资源分配方案;控制器将路由选择策略指令下发至入口交换机和链路虚拟

交换机；入口交换机及链路虚拟交换机根据控制器的路由指令更新流表；入口交换机及链路虚拟交换机基于流表路由策略对数据流进行转发，直至到达出口交换机。

[0035] 图2所示为本发明提出的SDN的路由选择机制的建模流程图，具体包括：

[0036] 201：建模用户数据流产生曲线，针对SDN中的业务流量特性，采用IETF提出流量特性规范T-SPEC( $r^{(m)}, L^{(m)}, r^{(a)}, L^{(b)}$ )对用户业务在入口交换机处用户业务建模，建模第i个用户产生曲线为 $\alpha_i(t) = \min(r_i^{(m)}t + L_i^{(m)}, r_i^{(a)}t + L_i^{(b)})$ ，其中， $r_i^{(m)}$ 为第i个用户数据流最大到达速率， $L_i^{(m)}$ 为第i个用户数据流正常传输情况下最大数据包大小， $r_i^{(a)}$ 为第i个用户数据流平均产生速率， $L_i^{(b)}$ 为第i个用户数据流突发业务对应数据流大小。假设第i个用户数据流到达率服从泊松分布，数据流中到入口交换机的最大速率为： $r_i^{(m)} = L_i^{(m)}\lambda_i^{\max}$  ( $L_i^{(m)}$ 第i个用户数据流正常传输情况下最大数据包大小， $\lambda_i^{\max}$ 为数据流到入口交换机的到达率)。

[0037] 202：构建虚拟交换机

[0038] 利用网络功能虚拟化技术，将物理交换机传输及存储资源进行划分，构建多个虚拟交换机，以实现面向QoS需求的业务支持。

[0039] 203：建模候选路由服务曲线

[0040] 建模虚拟交换机服务特性服从延迟服务系统，具体地，令 $\beta_{m,j}$ 为第j条路由的第m个虚拟交换机服务曲线，可得 $\beta_{m,j}(t) = R_{m,j}(t - \theta_{m,j})^+$ ，其中， $(x)^+ = \max\{x, 0\}$ ，第j条路由的等效服务曲线可建模为：

[0041]  $\beta_j(t) = \beta_{1,j}(t) \otimes \dots \otimes \beta_{m,j}(t) \dots \otimes \beta_{n,j}(t) = R_j(t - \theta_j)^+$ ，其中  $R_j = \min\{R_{1,j}, R_{2,j}, \dots, R_{m,j}\}$ ，

$$\theta_j = \sum_{m=1}^{m_j} \theta_{j,k}, \quad \theta_{j,k} = \frac{L_i^{(m)}}{R_{i,j,k}} + \frac{L_{j,k}^m}{c_j'}.$$

[0042] 204：评估数据流传输性能

[0043] 选择具有到达曲线的 $\alpha_i(t)$ 的第j条路由数据流，可得数据有效传输带宽 $e_{ij}^D$ 为

$$e_{ij}^D(\alpha) = \sup_{t \geq 0} \left\{ \frac{\alpha_i(t)}{t + D_{ij}} \right\} = \max \left\{ r_i^{(a)}, \frac{L_i^{(m)}}{D_{ij}}, \frac{(L_i^{(m)} + r_i^{(m)}s_i)}{s_i + D_{ij}} \right\}, \text{ 其中 } D_{i,j} \text{ 为时延约束:}$$

$$[0044] \quad D_{ij} = \max \{ D_{i,j,k}, k=1, 2, \dots \}, D_{i,j,k} = \theta_{i,j,k} + \frac{L_i^{(b)}}{R_{i,j,k}}, s_i = \frac{L_i^{(b)} - L_i^{(m)}}{r_i^{(m)} - r_i^{(a)}}, \text{ 数据流最大服务}$$

$$\text{时延为: } d_{ij}^{\max}(\alpha, \beta) = \sup_{t \geq 0} \left\{ \inf \{ T : T \geq 0; \alpha_i(t) \leq \beta_j(t+T) \} \right\} = \max \left\{ \frac{\alpha_i(s)}{R_{i,j,k}} + \theta_j - s_i, \frac{L_i^m}{R_{i,j,k}} + \theta_j \right\}, \text{ 积}$$

$$\text{压上界为 } b_{ij}^{\max}(\alpha, \beta) = \sup_{t \geq 0} \{ \alpha_i(t) - \beta_j(t) \} = \max \{ \alpha_i(s_i), \alpha_i(s_i) - \beta_j(s_i) \}.$$

[0045] 205：实现面向业务特性的最优路由选择

[0046] 针对吞吐量敏感性业务：令 $R_{i,j}^{\min}$ 为第i个用户第j条路由的数据包传输速率最低阈值，在满足业务最低速率需求： $R_{i,j,k} \geq R_{i,j}^{\min}$ ，选择 $j^* = \arg \max \{ e_{ij}^D \}$ ；针对时延敏感性业务：令

$d_j^{\max}$  为第 i 个用户第 j 条路由的数据包传输时延的最高阈值, 在满足服务延时需求  $d_{ij}^{\max} \leq d_j^{\max}$  的所有候选路由中, 选择  $j^* = \arg \min \{d_{ij}^{\max}\}$ ; 针对误码率敏感性业务:  $R_i^{\min}$  为第 i 个用户第 j 条路由的数据包传输速率的最低阈值,  $d_j^{\max}$  为第 i 个用户第 j 条路由的数据包传输时延的最高阈值, 在满足:  $R_{ij} \geq R_i^{\min}$ ,  $d_{ij}^{\max} \leq d_j^{\max}$  的所有候选路由中; 选择  $j^* = \arg \min \{b_{ij}^{\max}\}$ 。

[0047] 最后说明的是, 以上优选实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制, 尽管通过上述优选实施例已经对本发明进行了详细的描述, 但本领域技术人员应当理解, 可以在形式上和细节上对其作出各种各样的改变, 而不偏离本发明权利要求书所限定的范围。



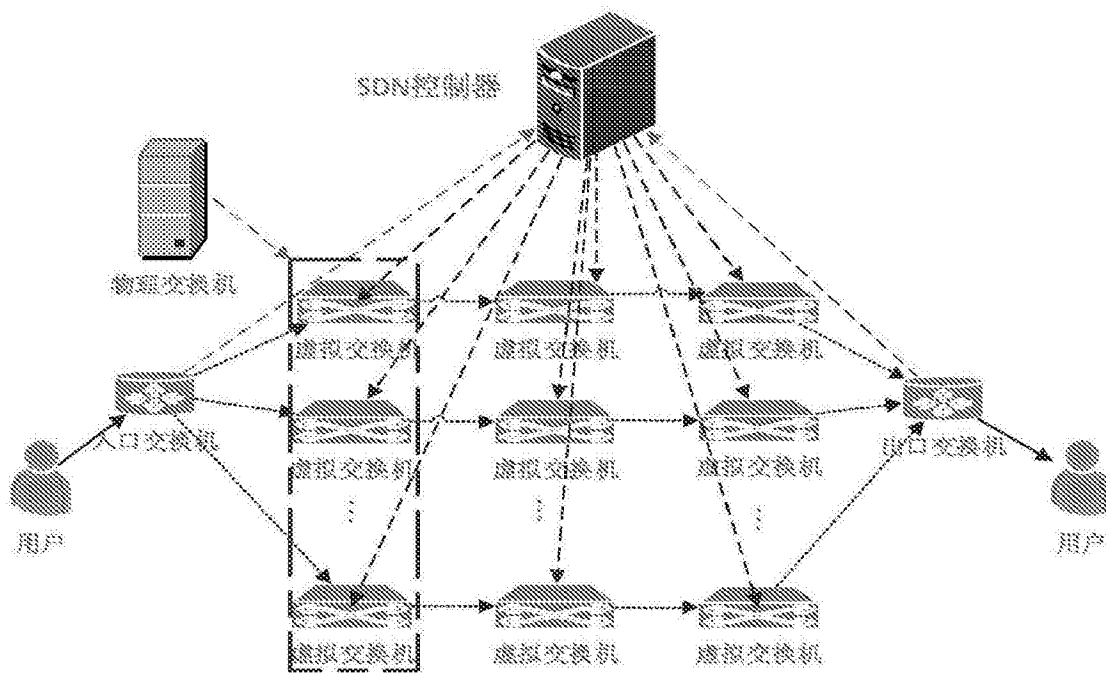


图1

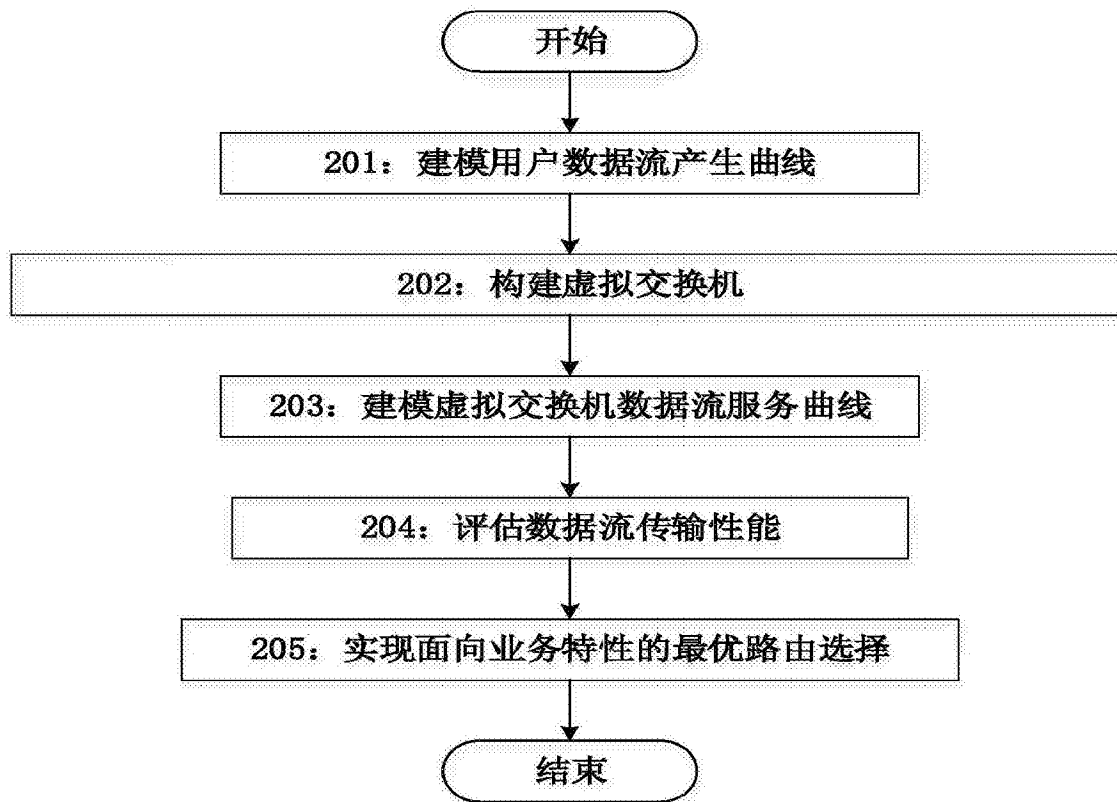


图2