



(21)申请号 201510150332.2

(22)申请日 2015.03.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104836732 A

(43)申请公布日 2015.08.12

(73)专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区100084-82信箱

(72)发明人 李星 杨帅 张千里

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 张大威

(51)Int.Cl.

H04L 12/721(2013.01)

H04L 12/26(2006.01)

H04L 29/12(2006.01)

(56)对比文件

CN 102164079 A,2011.08.24,

CN 1881909 A,2006.12.20,

CN 101286921 A,2008.10.15,

CN 103096429 A,2013.05.08,

CN 103347275 A,2013.10.09,

薛鹏.基于网络链路性能测量的网络可靠性
分析系统的设计与实现.《国防科学技术大学》
.2007,

余坤.利用网站服务器测量链路性能.《清华
大学学报(自然科学版)》.2014,第54卷(第4期),

余坤.利用网站服务器测量链路性能.《清华
大学学报(自然科学版)》.2014,第54卷(第4期),

杜跃进.基于用户感知的DNS解析网络性能
测量技术.《南京航空航天大学学报》.2013,第45
卷(第1期),

审查员 傅清清

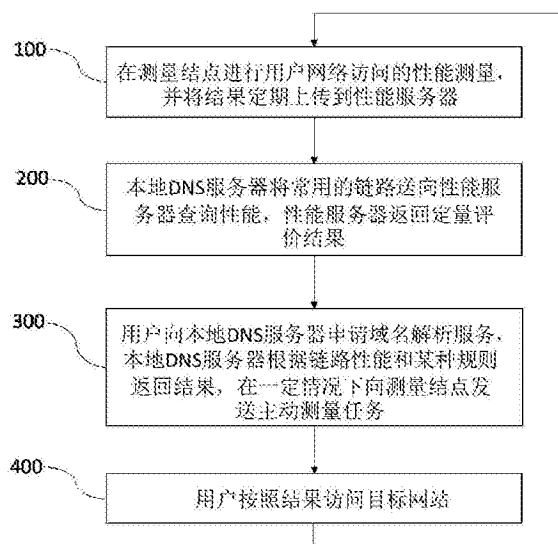
权利要求书3页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

网络连接的自动选择方法及系统

(57)摘要

本发明提供一种网络连接的自动选择方法及系统,该方法包括:测量节点对目标地址的用户网络访问性能进行测量,并将性能测量数据上传至性能服务器;本地DNS服务器获取访问目标网站的多个目标地址,并向性能服务器申请查询针对多个目标地址的性能;性能服务器根据多个目标地址对应的性能测量数据得到多个目标地址的性能定量评价,并将多个目标地址的性能定量评价发送给本地DNS服务器;当用户端进行DNS解析时,本地DNS服务器根据多个目标地址的性能定量评价获取第一地址,本地DNS服务器根据性能定量评价结果决定是否要在测量节点对某条链路进行主动测量,如果需要主动测量,则向测量节点发送主动测量任务;用户端根据第一地址访问目标网站。本发明实施例的方法可以自动选择性能好的网络,提升网络连接性能。



1. 一种网络连接的自动选择方法,其特征在于,包括以下步骤:

测量节点对目标地址的用户网络访问性能进行测量,并将性能测量数据上传至性能服务器;

本地DNS服务器获取访问目标网站的多个目标地址,并向所述性能服务器申请查询针对所述多个目标地址的性能;

所述性能服务器根据所述多个目标地址对应的性能测量数据得到所述多个目标地址的性能定量评价,并将所述多个目标地址的性能定量评价发送给所述本地DNS服务器;

当用户端进行DNS解析时,所述本地DNS服务器根据所述多个目标地址的性能定量评价获取第一地址,第一地址是多个可选地址根据概率生成函数选择,并满足性能越好的链路返回的概率越大、所有的链路都有几率返回、返回的概率和可信度有一定的关系,即当所有链路可信度都不大时,返回结果分布趋向于均匀;所述本地DNS服务器根据性能定量评价结果决定是否要在测量节点对某条链路进行主动测量,如果需要主动测量,则向测量节点发送主动测量任务;以及

所述用户端根据所述第一地址访问所述目标网站。

2. 根据权利要求1所述的网络连接的自动选择方法,其特征在于,所述测量节点对目标地址的用户网络访问性能进行测量,包括:

采用主动测量的方式或者被动测量的方式测量丢包率和延时。

3. 根据权利要求2所述的网络连接的自动选择方法,其特征在于,

通过所述被动测量的方式得到延时,进一步包括:

当接收到TCP数据包时,根据所述TCP数据包的源地址、目的地址、源端口、目的端口和协议所定义的五元组,将具有相同五元组的数据包归并成一个流;

当收到SYN标志位为1且ACK标志位为0的数据包时,记录第一时间戳,当收到相反方向的SYN标志位为1且ACK标志位为1的数据包时,记录第二时间戳;

根据所述第一时间戳和所述第二时间戳的差值得到针对目的地址的延时。

4. 根据权利要求2所述的网络连接的自动选择方法,其特征在于,

通过所述被动测量的方式得到丢包率,进一步包括:

S121:判断是否为接收数据包,如果为接收数据包则执行S128,如果为发送数据包则执行S122;

S122:判断数据包长度,如果数据包长度大于1,则进行S123;

S123:判断数据包序号是否大于已发送序号ulSentSeq,如果大于,则执行S124,否则执行S125;

S124:更新已发送序号ulSentSeq,更新最近发送数据包时间;

S125:判断数据包序号是否大于已确认的数据包序号,如果是已确认数据包,则执行S127,否则执行S126;

S126:如果不是已确认数据包,则确定其为重传数据包;

S127:如果是已确认数据包,则该重传数据包数计入对端的重传数据包;

S128:更新已确认序号ulAckedSeq。

5. 根据权利要求1所述的网络连接的自动选择方法,其特征在于,通过所述主动测量的方式得到丢包率和延时,进一步包括:所述测量节点通过向目标网站发送并分析返回的

ICMP或TCP数据包,得到所述多个目标地址的性能,如果使用ICMP数据包,

S131:在预定时刻,向目标网站的一个IP地址发送类型码为0的ICMP数据包,连续发送N_send次,记录每个ICMP数据包的序列号和对应的发送时间;

S132:如果目标地址可达,则目标地址返回类型码为8的ICMP数据包作为响应,其中,得到响应的报文总数为N_receive,并针对每一个响应的ICMP数据包,记录返回时间,并根据序列号计算得到相匹配的发送端的数据包;

S133:根据得到响应的报文总数N_receive除以发送的数据包数N_send得到回应率,并用1减去所述回应率得到丢包率;

S134:根据对应的接收时间和发送时间相减得到每个数据包的延时,将所有的延时相加后除以收到的数据包数N_receive,得到链路的延时。

6.根据权利要求1所述的网络连接的自动选择方法,其特征在于,所述测量节点对目标地址的用户网络访问性能的测量结果,包括:时间戳、目标网站的DNS域名、目标网站的IP地址、访问目标网站的延时、访问目标网站的丢包率。

7.根据权利要求1所述的网络连接的自动选择方法,其特征在于,所述性能服务器根据所述多个目标地址对应的性能测量数据得到所述多个目标地址的性能定量评价,进一步包括:

S211:从数据库中得到某条链路在时间T之内的性能信息记录,其中,每条记录包括:时间戳t,延时l和丢包率d,其中时间t要求 $t > T$;

S212:根据性能评价函数计算出相应的链路的定量的性能评价,所述评价函数为:

$(property, reliability, \dots) = estimate(t_1, \dots, t_n, l_1, \dots, l_n, d_1, \dots, d_n)$,

其中,所述评价函数的输出结果包括:性能property,可信度reliability。

8.根据权利要求1-7任一项所述的网络连接的自动选择方法,其特征在于,所述本地DNS服务器根据所述多个目标地址的性能定量评价获取第一地址,进一步包括:

S311:从所述性能服务器中得到对所有链路的性能的定量评价,其中,所述性能的定量评价包括:性能p和可信度r;

S312:根据概率生成函数得到结果,所述函数为:

$(k, \dots) = probability(p_1, \dots, p_m, r_1, \dots, r_m)$,

其中,所述函数的输出包括:某条链路对应的标号k,其中 $1 \leq k \leq m$;

S313:所述本地DNS服务器将所述函数的输出结果对应的链路放入缓存,并将结果返回给所述用户端。

9.根据权利要求8所述的网络连接的自动选择方法,其特征在于,当所述本地DNS服务器主动要求性能测量节点对某个地址进行测量时,所述本地DNS服务器根据判断函数判断是否需要在测量节点对该链路进行主动测量,如果需要进行主动测量,则向所述测量节点发送主动测量任务,其中,所述判断函数为:

$(flag_1, \dots, flag_m) = judge(p_1, \dots, p_m, r_1, \dots, r_m)$ 。

10.一种网络连接的自动选择系统,其特征在于,包括:测量节点、性能服务器、本地DNS服务器和用户端,其中,

所述测量节点用于对目标地址的用户网络访问性能进行测量,并将性能测量数据上传至性能服务器;

所述本地DNS服务器用于获取访问目标网站的多个目标地址,并向所述性能服务器申请查询针对所述多个目标地址的性能,以及当用户端进行DNS解析时,根据所述多个目标地址的性能定量评价获取第一地址,所述本地DNS服务器根据性能定量评价结果决定是否要在测量节点对某条链路进行主动测量,如果需要主动测量,则向测量节点发送主动测量任务;

所述性能服务器用于根据所述多个目标地址对应的性能测量数据得到所述多个目标地址的性能定量评价,并将所述多个目标地址的性能定量评价发送给所述本地DNS服务器;

当用户端进行DNS解析时,所述本地DNS服务器根据所述多个目标地址的性能定量评价获取第一地址,第一地址是多个可选地址根据概率生成函数选择,并满足性能越好的链路返回的概率越大、所有的链路都有几率返回、返回的概率和可信度有一定的关系,即当所有链路可信度都不大时,返回结果分布趋向于均匀;所述本地DNS服务器根据性能定量评价结果决定是否要在测量节点对某条链路进行主动测量,如果需要主动测量,则向测量节点发送主动测量任务;以及

所述用户端用于根据所述第一地址访问所述目标网站。

网络连接的自动选择方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机网络技术领域,特别涉及一种网络连接的自动选择方法及系统。

背景技术

[0002] 随着互联网技术的逐渐发展和成熟,网络链路更加复杂,用户在访问某一个目标网站时,可能有多个可以选择的链路到达,在不同时刻、不通地点、不同接入设备的状况下,不同的链路之间性能差距是不同的,因此,如何在当前状况下选择最佳性能的链路就成了一个亟待解决的问题。如果能够知晓当前状况下,访问目标网站的最佳方式和链路,而不是随意选择一条链路,那么在很大程度上会改变用户上网的性能体验,也能优化当前网络的整体状况。

[0003] 会阻碍用户选择最佳性能链路的场景包括但不限于:

[0004] 1、多接入网络的影响。

[0005] 网络层的设备主要由几大运营商来维护,每个运营商都有自己的网络拓扑结构和侧重布置的地区,同时大量的VPN(Virtual Private Network,虚拟专用网络)出现,复杂化了网络层的结构,使得当前的网络层已经不是当初设计的理想的端到端的模型,而是由相互交织的一些网络组成的复合网络。在这样的网络结构有一定的特征,这些特征包括但不限于:

[0006] 多重网络中的每一个网络都是一个完整的网络层结构,接入该网络的每一台设备都会被分配到一个IP地址;

[0007] 每一个连接到多重网络的设备可以连入其中任意多个网络,并获得相应数量的IP地址,在多重网络中访问上述地址的任意一个都可以访问到该设备;

[0008] 有些网络,比如VPN,它的下一层不一定是数据链路层,他有可能是由虚拟接口和设备组成的虚拟网络;

[0009] 除非经过专门的网关节点和设备,各个网络之间的数据包不能够相互转发。

[0010] 在这样的网络状况下,当用户接入网络时,往往会得到几个不同的IP地址,也就是它们可以通过不同的网络层链路到达目标网站。在这种情况下,用户端访问目标网络的链路性能和当前网络状况有很大的关系。比如说,某个小区的网络,链路A的出口带宽高于链路B的出口带宽,在使用人数稀少的时段,链路A是一个最好的选择,但是当网络处于使用高峰,链路A的访问人数过多时,链路B反而成为了最优解,此时如果对链路A和B的访问人数做一个均衡,可以让更多人享受到较快的访问速度。可以看到网络的选择对链路性能的影响十分关键,也会影响到当前真个网络的状态,而用户端往往无法对多接入网络的链路做出正确的选择。

[0011] 2、CDN技术的影响

[0012] CDN的全称是Content Delivery Network,即内容分发网络。CDN利用全局负载均衡技术将用户的访问指向离用户最近的可以正常工作的缓存服务器上,由缓存服务器而不

是原网站服务器来响应用户的请求;若缓存服务器中没有用户端需要的内容,该服务器可以自动从原服务器上申请相应的内容来提供给户。CDN网络架构由中心服务器和边缘服务器两大部分构成,中心服务器由CDN网管中心和DNS重定向解析中心组成,负责整个CDN网络的负载均衡,中心服务器的工作是根据一组事先约定好的处理策略,将当前状况下在拓扑结构上最接近用户的边缘服务器节点地址返回给用户;而边缘服务器是分布在各地的缓存服务器,是供用户访问的节点,也是CDN分发内容,向各个网站请求服务的载体,主要由缓存和负载均衡器组成,对于用户来讲,每个CDN边缘服务器就相当于一个放置在它周围的页面缓存服务器。

[0013] 正如前文所说,CDN网络提供给用户的只是拓扑意义上的最短访问路径,而不能保证该链路在当前状况下的性能是最优的。因为用户访问某个网站的性能,不仅仅取决于拓扑路径的长短,和该路径上的访问人数、设备效率、出口带宽等都有很大的关系,换句话说在真实网络环境中,网络拓扑上每一条边应该有不同性能权重,CDN网络给出的结果不一定是这个带权图的最短路径。事实上,由于在不同的时刻,网络拓扑图中每条边的性能在一直变化,CDN网络的中心服务器不可能根据既定的策略给出当前状况下的最优解。

[0014] 总之,由于网络环境日益复杂,一方面用户可以通过不同的网络接入来访问目标网站,另一方面在同一个网络中目标网站也有着诸多接口地址,这使得用户有通过很多条完全不同的链路访问某个网站,而这些链路之间的性能差异是巨大的,并且是时变的,使得用户根本不可能选择到最佳的接入链路。本发明的目的就是能够帮助用户智能、自动的选择当前网络状况下最佳的访问路径。为此,需要解决以下几个难点:

[0015] 第一,需要测量用户通过某条链路访问某个网站的性能参数,通过发送ICMP数据包可以在一定程度上反映出用户访问网络的性能参数,可是由于HTTP协议是基于TCP数据包来传递的,ICMP数据包的传递性能并不能代表TCP包在网络中的真实传递状态,因为一些网络会针对ICMP数据包和TCP数据包做出区分。特别的,有些网站会完全禁止ICMP数据包。

[0016] 第二,需要将链路的性能参数汇总到某个管理服务器中,而这也一股不小的流量,会导致真实的测量结果出现一定的偏差。

[0017] 第三,需要根据网络测量的性能参数对实时网络链路的性能做出一个评估,一方面,网络连接的性能参数有多个指标,它们包括但不限于TCP的丢包率、延时,等等,需要根据这些参数对不同的链路性能做出一个量化的评价;另一方面,链路的性能参数是随时间变化的,而为了精确获得评价某个链路当前时刻的性能评价,需要参考历史数据(这样可以避免测量误差),所以需要综合一段时间内的性能参数做出评价。

[0018] 第四,一旦得到访问某个网站的所有链路当前的性能定量评价,如何根据这个结果返回给用户端;一方面需要给用户当前状况下较好性能的链路,另一方面,如果用户只使用某个链路访问目标网站,那么其它的链路就得不到足够的测量数据,如此会导致一个恶性循环,使得网络性能的评价结果不够精确。

[0019] 第五,对于一条新建立的链路的性能,需要解决冷启动问题,换言之,性能数据库对某个新链路的性能参数信息存储量不够大的时候,会影响对该链路的性能定量评价的准确性。所以需要针对冷启动问题做一定的处理。

发明内容

[0020] 本发明的目的旨在至少解决上述的技术缺陷之一。

[0021] 为此,本发明的目的在于提出一种网络连接的自动选择方法。该方法可以自动选择性能好的网络,提升网络连接性能。

[0022] 本发明的另一个目的在于提出一种网络连接的自动选择系统。

[0023] 为了实现上述目的,本发明的第一方面的实施例公开了一种网络连接的自动选择方法,包括以下步骤:测量节点对目标地址的用户网络访问性能进行测量,并将性能测量数据上传至性能服务器;本地DNS服务器获取访问目标网站的多个目标地址,并向所述性能服务器申请查询针对所述多个目标地址的性能;所述性能服务器根据所述多个目标地址对应的性能测量数据得到所述多个目标地址的性能定量评价,并将所述多个目标地址的性能定量评价发送给所述本地DNS服务器;当用户端进行DNS解析时,所述本地DNS服务器根据所述多个目标地址的性能定量评价获取第一地址,所述本地DNS服务器根据性能定量评价结果决定是否要在测量节点对某条链路进行主动测量,如果需要主动测量,则向测量节点发送主动测量任务;以及所述用户端根据所述第一地址访问所述目标网站。

[0024] 本发明实施例的方法,通过采用被动测量(需要说明的是,在特殊情况下采用主动测量)的方法收集各个链路的性能数据,由性能服务器汇总后,再通过本地DNS服务器将当前状况下最优的链路地址返回给用户。可以帮助用户选择当前状况下性能相对较好的链路来访问目标网站,还可以对整个网络状态的优化起到积极的作用。另外,本发明的测量节点既可以在家庭网关节点实现,也可以在关键路由器节点实现。特别的,可以将本地DNS服务器和测量节点都布置在家庭网关,以节省双方通信带来的流量。

[0025] 另外,根据本发明上述实施例的网络连接的自动选择方法还可以具有如下附加的技术特征:

[0026] 在一些示例中,所述测量节点对目标地址的用户网络访问性能进行测量,包括:采用主动测量的方式或者被动测量的方式测量丢包率和延时。

[0027] 在一些示例中,通过所述被动测量的方式得到延时,进一步包括:当接收到TCP数据包时,根据所述TCP数据包的源地址、目的地址、源端口、目的端口和协议所定义的五元组,将具有相同五元组的数据包归并成一个流;当收到SYN标志位为1且ACK标志位为0的数据包时,记录第一时间戳,当收到相反方向的SYN标志位为1且ACK标志位为1的数据包时,记录第二时间戳;根据所述第一时间戳和所述第二时间戳的差值得到针对目的地址的延时。

[0028] 在一些示例中,通过所述被动测量的方式得到丢包率,进一步包括:S121:判断是否为接收数据包,如果为接收数据包则执行S128,如果为发送数据包则执行S122;S122:判断数据包长度,如果数据包长度大于1,则进行S123;S123:判断数据包序号是否大于已发送序号ulSentSeq,如果大于,则执行S124,否则执行S125;S124:更新已发送序号ulSentSeq,更新最近发送数据包时间;S125:判断数据包序号是否大于已确认的数据包序号,如果是已确认数据包,则执行S127,否则执行S126;S126:如果不是已确认数据包,则确定其为重传数据包;S127:如果是已确认数据包,则该重传数据包数计入对端的重传数据包;S128:更新已确认序号ulAckedSeq。

[0029] 在一些示例中,通过所述主动测量的方式得到丢包率和延时,进一步包括:所述测量节点通过向目标网站发送并分析返回的ICMP或TCP数据包,得到所述多个目标地址的性能,如果使用ICMP数据包,S131:在预定时刻,向目标网站的一个IP地址发送类型码为0的

ICMP数据包,连续发送 N_{send} 次,记录每个ICMP数据包的序列号和对应的发送时间;S132:如果目标地址可达,则目标地址返回类型码为8的ICMP数据包作为响应,其中,得到响应的报文总数为 N_{receive} ,并针对每一个响应的ICMP数据包,记录返回时间,并根据序列号计算得到相匹配的发送端的数据包;S133:根据得到响应的报文总数 N_{receive} 除以发送的数据包数 N_{send} 得到回应率,并用1减去所述回应率得到丢包率;S134:根据对应的接收时间和发送时间相减得到每个数据包的延时,将所有的延时相加后除以收到的数据包数 N_{receive} ,得到链路的延时。

[0030] 在一些示例中,所述测量节点对目标地址的用户网络访问性能的测量结果,包括:时间戳、目标网站的DNS域名、目标网站的IP地址、访问目标网站的延时、访问目标网站的丢包率。

[0031] 在一些示例中,所述性能服务器根据所述多个目标地址对应的性能测量数据得到所述多个目标地址的性能定量评价,进一步包括:S211:从数据库中得到某条链路在时间T之内的性能信息记录,其中,每条记录包括:时间戳 t ,延时 l 和丢包率 d ,其中时间 t 要求 $t > T$;S212:根据性能评价函数计算出相应的链路的定量的性能评价,所述评价函数为:

[0032] $(\text{property}, \text{reliability}, \dots) = \text{estimate}(t_1, \dots, t_n, l_1, \dots, l_n, d_1, \dots, d_n)$,

[0033] 其中,所述评价函数的输出结果包括:性能 property ,可信度 reliability 。

[0034] 在一些示例中,所述本地DNS服务器根据所述多个目标地址的性能定量评价获取第一地址,进一步包括:S311:从所述性能服务器中得到对所有链路的性能的性能的定量评价,其中,所述性能的性能的定量评价包括:性能 p 和可信度 r ;S312:根据概率生成函数得到结果,所述函数为:

[0035] $(k, \dots) = \text{probability}(p_1, \dots, p_m, r_1, \dots, r_m)$,

[0036] 其中,所述函数的输出包括:某条链路对应的标号 k ,其中 $1 \leq k \leq m$;

[0037] S313:所述本地DNS服务器将所述函数的输出结果对应的链路放入缓存,并将结果返回给所述用户端。

[0038] 在一些示例中,当所述本地DNS服务器主动要求性能测量节点对某个地址进行测量时,所述本地DNS服务器根据判断函数判断是否需要在测量节点对该链路进行主动测量,如果需要进行主动测量,则向所述测量节点发送主动测量任务,其中,所述判断函数为:

[0039] $(\text{flag}_1, \dots, \text{flag}_m) = \text{judge}(p_1, \dots, p_m, r_1, \dots, r_m)$ 。

[0040] 本发明第二方面的实施例公开了一种网络连接的自动选择系统,包括:测量节点、性能服务器、本地DNS服务器和用户端,其中,所述测量节点用于对目标地址的用户网络访问性能进行测量,并将性能测量数据上传至性能服务器;所述本地DNS服务器用于获取访问目标网站的多个目标地址,并向所述性能服务器申请查询针对所述多个目标地址的性能,以及当用户端进行DNS解析时,根据所述多个目标地址的性能定量评价获取第一地址,所述本地DNS服务器根据性能定量评价结果决定是否要在测量节点对某条链路进行主动测量,如果需要主动测量,则向测量节点发送主动测量任务;所述性能服务器用于根据所述多个目标地址对应的性能测量数据得到所述多个目标地址的性能定量评价,并将所述多个目标地址的性能定量评价发送给所述本地DNS服务器,具体地,本地DNS服务器根据性能定量评价按照一定概率生成某个结果,将该结果返回给用户,并且按照一定的判断标准判断某些链路是否需要主动测量,并通知测量节点(也就是说,本地DNS服务器在拿到结果后需要完

成一些操作,然后将第一地址返回给用户,避免了冷启动的结果);以及所述用户端用于根据所述第一地址访问所述目标网站。

[0041] 本发明实施例的系统,通过采用被动测量(需要说明的是,在特殊情况下采用主动测量)的方法收集各个链路的性能数据,由性能服务器汇总后,再通过本地DNS服务器将当前状况下最优的链路地址返回给用户。可以帮助用户选择当前状况下性能相对较好的链路来访问目标网站,还可以对整个网络状态的优化起到积极的作用。另外,本发明的测量节点既可以在家庭网关节点实现,也可以在关键路由器节点实现。特别的,可以将本地DNS服务器和测量节点都布置在家庭网关,以节省双方通信带来的流量。

[0042] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0043] 本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中,

[0044] 图1是本发明的一种部署结构;

[0045] 图2是本发明实施例的方法的流程图;

[0046] 图3是通过被动测量来得到TCP延时的方法的流程图;

[0047] 图4是通过被动测量来得到TCP丢包率的方法的流程图;

[0048] 图5是通过主动测量来得到ICMP延时、丢包率的方法的流程图;

[0049] 图6是性能服务器根据性能参数对某条链路做出性能定量评价的方法的流程图;

[0050] 图7是本地DNS服务器返回结果以及解决冷启动问题的方法的流程图;以及

[0051] 图8是本发明实施例的网络连接的自动选择系统的结构框图。

具体实施方式

[0052] 下面详细描述本发明的实施例,实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0053] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0054] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0055] 以下结合附图描述根据本发明实施例的网络连接的自动选择方法。

[0056] 为了让用户访问网站获得更好的网络性能,本发明的方法提出了根据测量节点性能测量的结果,通过本地DNS服务器调度来优化用户访问网站的性能。

[0057] 如图1所示,示出了一种部署方法,如图1所示,各种上网用户端,如台式机、笔记本电脑以及智能手机在需要访问某个网站时,在测量节点通过被动测量(在某些情况下采用主动测量)的方式获得访问该网站的相关性能数据,并定时汇报给网络中的性能服务器,性能服务器根据这些性能参数得到对链路的定量的性能评价,本地DNS服务器通过定时访问性能服务器,获得每条链路的性能评价;当用户向本地DNS服务器申请域名解析服务时,DNS服务器根据每条链路的性能和一定的规则,返回某个地址;最后,用户端采用该地址访问目标网站,在测量节点通过被动测量(在某些情况下采用主动测量)获得性能参数,传递到性能服务器中。应当指出,本发明中所说的各个角色只是逻辑角色,并不一定部署在不同的系统上,例如可能测量节点和性能服务器同在一台物理机器,或者测量节点、性能服务器、DNS服务器同在一台物理机器,甚至有可能测量节点、性能服务器以及DNS服务器都部署在网络的接入路由器中。如图2所示,本发明实施例的方法,包括如下步骤:

[0058] 步骤100:测量节点对目标地址的用户网络访问性能进行测量,并将性能测量数据上传至性能服务器,即:在测量节点上进行用户网络访问的性能测量。

[0059] 性能测量既可以采用主动测量的方式来测量丢包和延时,例如通过发送多个ICMP数据包来测量延时和丢包;也可以通过被动测量的方式,分析数据包,来得到延时和丢包率。

[0060] 具体的,测量节点可以通过分析本机上的TCP流量获取网络通信性能。通过分析TCP数据包获取网络延时性能的方法如图3所示,包括如下步骤:

[0061] 步骤111:当接收到TCP数据包的时候,根据源地址、目的地址、源端口、目的端口、协议所定义的五元组,将具有相同五元组的数据包归并成一组。

[0062] 步骤112:当收到SYN标志位为1,且ACK标志位为0的数据包时,记录下时间戳。当收到相反方向的SYN标志位为1,且ACK标志位为1的数据包时,也记录下时间戳。

[0063] 根据TCP协议规范,请求端(称为主动打开的一方)发送一个SYN标志位1的数据包,申请建立连接,序号为初始序号ISN;而接收端(称为被动打开的一方)发回包含接收端初始序号的数据包,确认序号为发送端ISN+1,标志位SYN和ACK同时设置1;最后发送端对接收端返回的数据包进行确认,确认序号为接收端ISN+1,标志位ACK设置为1。因为TCP连接在建立时,链路中并不存在数据传输,所以一般不会出现延迟发送、乱序等情况。此外,数据包能够通过SYN标识进行识别,不会出现确认数据包的歧义性,也不会出现冗余的重传数据包,能够准确的获取网络延时和TCP重传的信息,被广泛的用于网络性能被动监控系统中。

[0064] 步骤113:根据二者的差值计算得出针对目的地址的延时。

[0065] 对于丢包率而言,可以转化为对TCP重传数据包的检测。TCP重传数据包可以通过监测发送端数据包的序号来实现。每个TCP会话可以被分解为两个半程会话,而每个半程会话可以根据滑动窗口机制用三个数据维护一个发送窗口,这三个数据是已发送的序号ulSentSeq、已确认的序号ulAackedSeq和发送窗口大小ulWindow。这三个数据反映了滑动窗口的状态,uiSentSeq表示当前发送的最大序号,uiAackedSeq表示当前已经确认发送成功的序号,uiWindow则是由确认数据包中提供的窗口大小来确定当前可以发送的数据的上限。每次发送数据包时,比较当前发送序号与已发送序号的大小,如果大于已发送序号,曾更新

为当前值,如果小于已发送序号,表示该数据包中的数据已经发送过,该数据包为重传数据包。

[0066] 具体的,测量节点通过分析TCP数据包获取丢包率性能的方法如图4所示,包括如下步骤:

[0067] 步骤121:首先判断是否为接收数据包,如果为接收数据包则根据数据包则进行步骤128,如果为发送数据包则进行步骤122。

[0068] 步骤122:判断数据包长度,如果数据包长度大于1(非保活数据包且有有效数据),则进行步骤123,否则结束。

[0069] 步骤123:判断数据包序号是否大于已发送序号ulSentSeq,如大于则进行步骤124,否则则进行步骤125。

[0070] 步骤124:这是一个新的发送数据包,更新已发送序号ulSentSeq,更新最近发送数据包时间。

[0071] 步骤125:判断数据包序号是否大于已确认的数据包序号,即该数据包是否为己确认数据包,如果是已确认数据包(序号小于已确认的数据包序号),则进行步骤127,否则进行步骤126。

[0072] 步骤126:如果不是已确认数据包,则可以确定其为重传数据包。

[0073] 步骤127:如果是已确认数据包,则该重传一般是因为ack数据包丢失引起的,此重传数据包数应计入对端的重传数据包,

[0074] 步骤128:更新已确认序号ulAckedSeq。

[0075] 对于一条新链路,性能数据库往往不能获得足够多的有效信息来判断链路的性能,那么DNS服务器会倾向于返回原有的高性能的链路,新链路得不到足够多的测量结果,使得被动测量失去作用。所以在一定的条件下,需要在测量节点主动发起性能测量,对该链路的性能做一个大概的估计。

[0076] 具体地,如图5所示,通过所述主动测量的方式得到丢包率和延时,进一步包括:所述测量节点通过向目标网站发送并分析返回的ICMP或TCP数据包,得到所述多个目标地址的性能,如果使用ICMP数据包,

[0077] 步骤131:在某个时刻,向目标网站的某个IP地址发送类型码为0的ICMP数据包,连续发送N_send次,记录每个ICMP数据包的序列号和对应的发送时间;

[0078] 步骤132:若目标地址可达,那么目标地址会返回类型码为8的ICMP数据包作为回应,得到回应的报文总数N_receive。针对每一个回应的ICMP数据包,记录返回时间,并根据序列号计算得到相匹配的发送端的数据包;

[0079] 步骤133:用收到的数据包数N_receive除以发送的数据包数N_send得到回应率,再用1减去回应率得到丢包率;

[0080] 步骤134:用对应的接受时间和发送时间相减得到每个数据包的延时,将所有的延时相加后除以收到的数据包数N_receive,得到链路的延时。

[0081] 特别的,作为基于ICMP数据包主动测量的一种方案,可以采用“ping”命令进行链路性能的测量,从而在输出文本中获取链路的延时和丢包率的信息。

[0082] 步骤200:本地DNS服务器获取访问目标网站的多个目标地址,并向所述性能服务器申请查询针对所述多个目标地址的性能;所述性能服务器根据所述多个目标地址对应的

性能测量数据得到所述多个目标地址的性能定量评价,并将所述多个目标地址的性能定量评价发送给所述本地DNS服务器,即:针对常用的目标网站,本地DNS服务器汇集所有可能的目标地址,向性能服务器申请查询每个链路性能,性能服务器根据每一条链路的性能参数的历史记录得到每条链路的性能定量评价,返回给本地DNS服务器。

[0083] 具体地,为了提高查询性能,本地DNS服务器需要将常用的目标网站的各个链路性能储存在缓存中,所以需要定期向性能服务器申请查询各个链路的性能,性能数据库负责根据每条链路的性能参数给出定性的评价,具体地,如图6所示,包括如下步骤:

[0084] 步骤211:从数据库中得到某条链路在时间T之内的性能信息记录,每条记录包括但不限于:时间戳 t ,延时 l ,丢包率 d ,其中时间 t 要求 $t > T$ 。于是得到了一个数组 $t_1, \dots, t_n, l_1, \dots, l_n, d_1, \dots, d_n$,和有效数据数量 n ,其中 $t_1, \dots, t_n$ 按照时间大小排序。

[0085] 步骤212:根据一个性能评价函数计算出该链路的定量的性能评价,函数的形式如下:

[0086] $(\text{property}, \text{reliability}, \dots) = \text{estimate}(t_1, \dots, t_n, l_1, \dots, l_n, d_1, \dots, d_n)$,

[0087] 其中函数的输出结果包括但不限于:性能 property ,可信度 reliability 。性能是对该链路的一个定量的性能评价,可信度代表了该性能是根据多少数据计算出来的,是否能够足够准确的评价一个链路的性能。

[0088] 特别地,本发明实施例的方法给出该函数的其中一种实现方式:

$$[0089] \quad \text{property} = \begin{cases} \frac{1}{2^{n-1}} \left(\frac{l_n}{l_0} + \frac{d_n}{d_0} \right) + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{2^i} \left(\frac{l_i}{l_0} + \frac{d_i}{d_0} \right) & n > 1 \\ \frac{l_n}{l_0} + \frac{d_n}{d_0} & n = 1 \text{ or } n = 0 \end{cases},$$

[0090] $\text{reliability} = \varphi(t_0 - t_1) * [1 - \varphi(n)]$,

[0091] 其中, l_0 和 d_0 分别是延迟和丢包率的“基准”数据, t_0 表示当前时刻,而 $\varphi(x)$ 可以是定义在 $[0, +\infty)$ 上的单调减函数,满足 $\varphi(0) = 1$, $\lim_{x \rightarrow +\infty} \varphi(x) = 0$,例如可以取 $\varphi(x) = e^{-x}$ 。

[0092] 对性能 property 的计算中,用丢包和延迟去比一个基准值后相加,来得到一个性能评价,并且距离当前时间越近,性能参数的占比越高,对最终的结果影响越大;对可信度的计算中,最新结果的时间 t_1 距离当前时间越近,可信度越高,数据量 n 越大,可信度越高,二者相乘就是最后的结果。

[0093] 步骤300:当用户端进行DNS解析时,所述本地DNS服务器根据所述多个目标地址的性能定量评价获取第一地址,本地DNS服务器根据性能定量评价结果决定是否要在测量节点对某条链路进行主动测量,如果需要主动测量,则向测量节点发送主动测量任务,即:当用户端申请DNS服务时,本地DNS服务器根据得到所有链路的性能后,根据某种方式将某个结果返回给用户。

[0094] 在以上描述中,第一地址很可能是最优地址,因为本地DNS服务器是按照概率生成函数 $\text{probability}()$ 来获得结果,该函数首先根据定量评价计算每个链路的出现概率,再根据这个概率来随机获得一个结果,所以这个结果不一定是最优的,只能说是最优的结果出现的可能性最大。

[0095] 具体地,需要尽量多的测量不同的链路性能,才能丰富数据库,使得定量的性能评价更加准确。所以如果本地DNS服务器每次只返回性能最优的结果,会导致该链路获得的很

多的性能测量结果,而其它链路则几乎使用不到,这会导致一个恶性循环。所以需要按照一定的规则返回某个地址,该规则需要保证几个特点,包括但不限于:性能越好的链路返回的概率越大;所有的链路都有几率返回;返回的概率和可信度有一定的关系,即当所有链路可信度都不大时,返回结果分布趋向于均匀。如图7所示,具体包括如下步骤:

[0096] 步骤311:从性能服务器中得到对所有链路的定量评价。对于每一个链路来说,性能的定量评价包括但不限于:性能 p ,可信度 r 。于是针对 m 条链路,得到了一个数组 $p_1, \dots, p_m, r_1, \dots, r_m$,和有效数据量 m 。

[0097] 步骤312:根据一个概率生成函数来得到结果,函数的形式如下:

[0098] $(k, \dots) = \text{probability}(p_1, \dots, p_m, r_1, \dots, r_m)$,

[0099] 其中,函数的输出包括但不限于:某条链路对应的标号 k ,其中 $1 \leq k \leq m$ 。

[0100] 特别地,给出该函数的其中一种实现方式:

[0101] 对于每一个链路 i ($1 \leq i \leq m$),给出它的一个非归一化的概率 f_i :

$$[0102] \quad f_i = \frac{r_i}{p_i - p_0} + (1 - r_i)K,$$

[0103] 其中, $p_0 \leq 0$,并且参数 p_0 和 K 满足关系:

$$[0104] \quad \frac{1}{2 - p_0} = K,$$

[0105] 接下来,对于每个链路 i ($1 \leq i \leq m$),给出它的归一化概率 $\text{nor}f_i$:

$$[0106] \quad \text{nor}f_i = \frac{f_i}{\sum_{j=1}^m f_j},$$

[0107] 最后,只需要按照这个概率来生成结果即可。

[0108] 特别的,解释一下上述非归一化概率,在前面的函数中,当链路 i 的每个时间的延时接近 l_0 ,丢包率接近 d_0 ,那么最后的性能评价会接近2,所以认为,性能评价接近2是一个表明链路性能是一个“标准值”,越大于2说明性能越差,越小于2说明性能越好。所以采用一个

递减函数 $\frac{1}{p_i - p_0}$ 来表示性能对应的概率,并令 $\frac{1}{2 - p_0} = K$ 表示一个标准的概率。另一方面,通过可信度参数,可以评价该性能评级是否“靠谱”,越不靠谱,那么应该将该链路的概率趋向于标准值 K ,可信度 r_i 就是标准概率 K 和递减函数概率的一个均衡。

[0109] 步骤313:本地DNS服务器将函数的输出结果对应的链路目标网站地址放入缓存,并将结果返回给用户端。特别的,本地DNS服务器可以主动要求性能测量节点对某个地址进行测量,DNS服务器根据某个判断函数(函数返回值非1即0)来决定是否需要在测量节点对该链路进行主动测量,如需要进行主动测量(该链路对应的 flag 为1),那么向测量节点发送主动测量任务。函数的形式如下:

[0110] $(\text{flag}_1, \dots, \text{flag}_m) = \text{judge}(p_1, \dots, p_m, r_1, \dots, r_m)$,

[0111] 以下给出这个函数的其中一种实现方式:

$$[0112] \quad \text{flag}_i = \begin{cases} 0 & r_i > r_0 \\ 1 & r_i \leq r_0 \end{cases},$$

[0113] 其中, r_0 是信任度的一个阈值。换言之,当某链路的信任度大于该阈值,返回值为0,不需要进行主动测量,而如果信任度小于等于该阈值,返回值为1,需要进行性能测量。

[0114] 步骤400:用户端根据所述第一地址访问所述目标网站。

[0115] 由于网络层的结构十分复杂,用户可以从多个链路访问某个目标网站,然而每个链路性能的优劣往往是时变的,用户不可能通过自己判断选择最佳性能的链路去访问网站,另一方面这样的状况也导致整个网络负载状况出现问题。

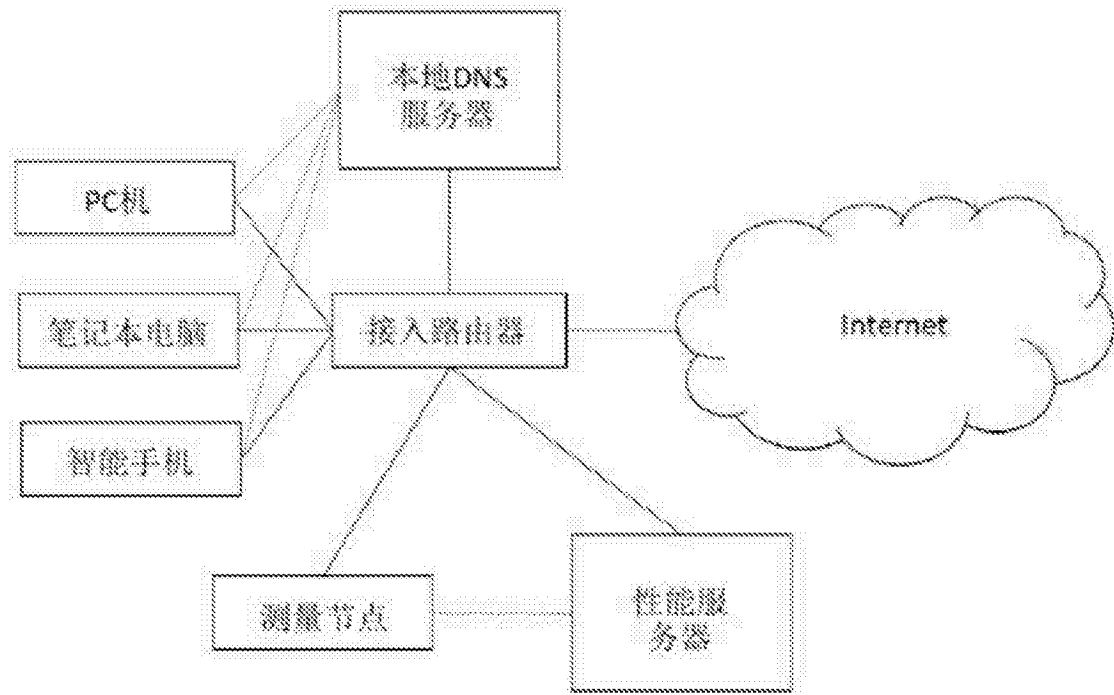
[0116] 本发明实施例的方法,通过采用被动测量(需要说明的是,在特殊情况下采用主动测量)的方法收集各个链路的性能数据,由性能服务器汇总后,再通过本地DNS服务器将当前状况下最优的链路地址返回给用户。可以帮助用户选择当前状况下性能相对较好的链路来访问目标网站,还可以对整个网络状态的优化起到积极的作用。另外,本发明的测量节点既可以在家庭网关节点实现,也可以在关键路由器节点实现。特别的,可以将本地DNS服务器和测量节点都布置在家庭网关,以节省双方通信带来的流量。

[0117] 如图8所示,本发明进一步的实施例公开了一种网络连接的自动选择系统800,包括:测量节点810、性能服务器820、本地DNS服务器830和用户端840,其中,测量节点810用于对目标地址的用户网络访问性能进行测量,并将性能测量数据上传至性能服务器820。本地DNS服务器830用于获取访问目标网站的多个目标地址,并向性能服务器820申请查询针对多个目标地址的性能,以及当用户端进行DNS解析时,根据多个目标地址的性能定量评价获取第一地址,所述本地DNS服务器830根据性能定量评价结果决定是否要在测量节点对某条链路进行主动测量,如果需要主动测量,则向测量节点810发送主动测量任务;性能服务器820用于根据多个目标地址对应的性能测量数据得到多个目标地址的性能定量评价,并将多个目标地址的性能定量评价发送给本地DNS服务器830。用户端840用于根据第一地址访问目标网站。

[0118] 本发明实施例的系统,通过采用被动测量(需要说明的是,在特殊情况下采用主动测量)的方法收集各个链路的性能数据,由性能服务器汇总后,再通过本地DNS服务器将当前状况下最优的链路地址返回给用户。可以帮助用户选择当前状况下性能相对较好的链路来访问目标网站,还可以对整个网络状态的优化起到积极的作用。另外,本发明的测量节点既可以在家庭网关节点实现,也可以在关键路由器节点实现。特别的,可以将本地DNS服务器和测量节点都布置在家庭网关,以节省双方通信带来的流量。

[0119] 需要说明的是,本发明实施例的网络连接的自动选择系统的具体实现方式与本发明实施例网络连接的自动选择方法的具体实现方式类似,具体请参见方法部分的描述,为了减少冗余,不做赘述。

[0120] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。



图例

- 网络连接
- DNS查询服务
- 性能测量数据发送

图1

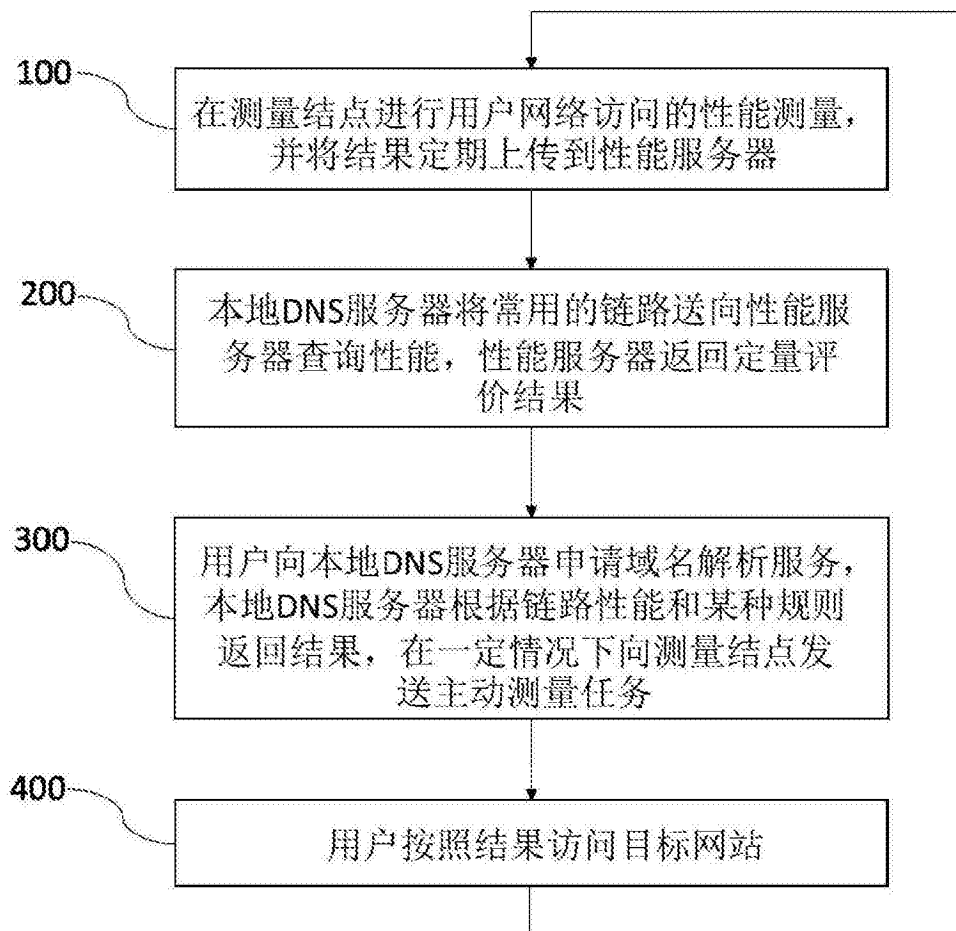


图2

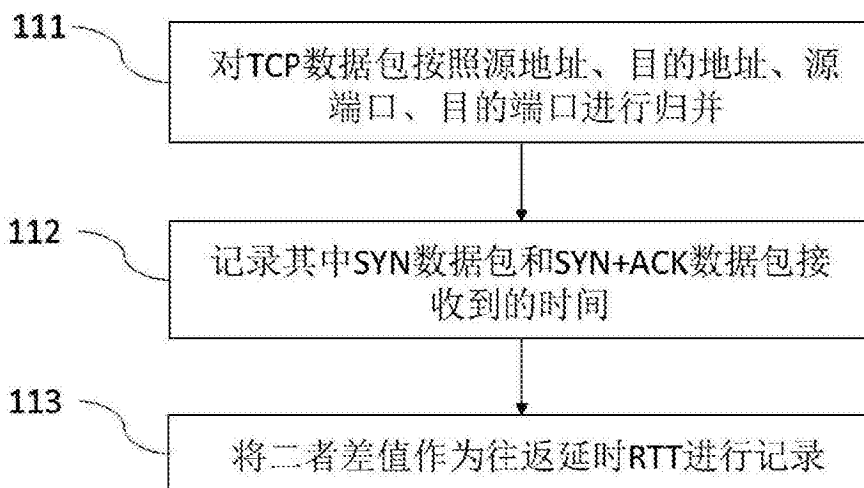


图3

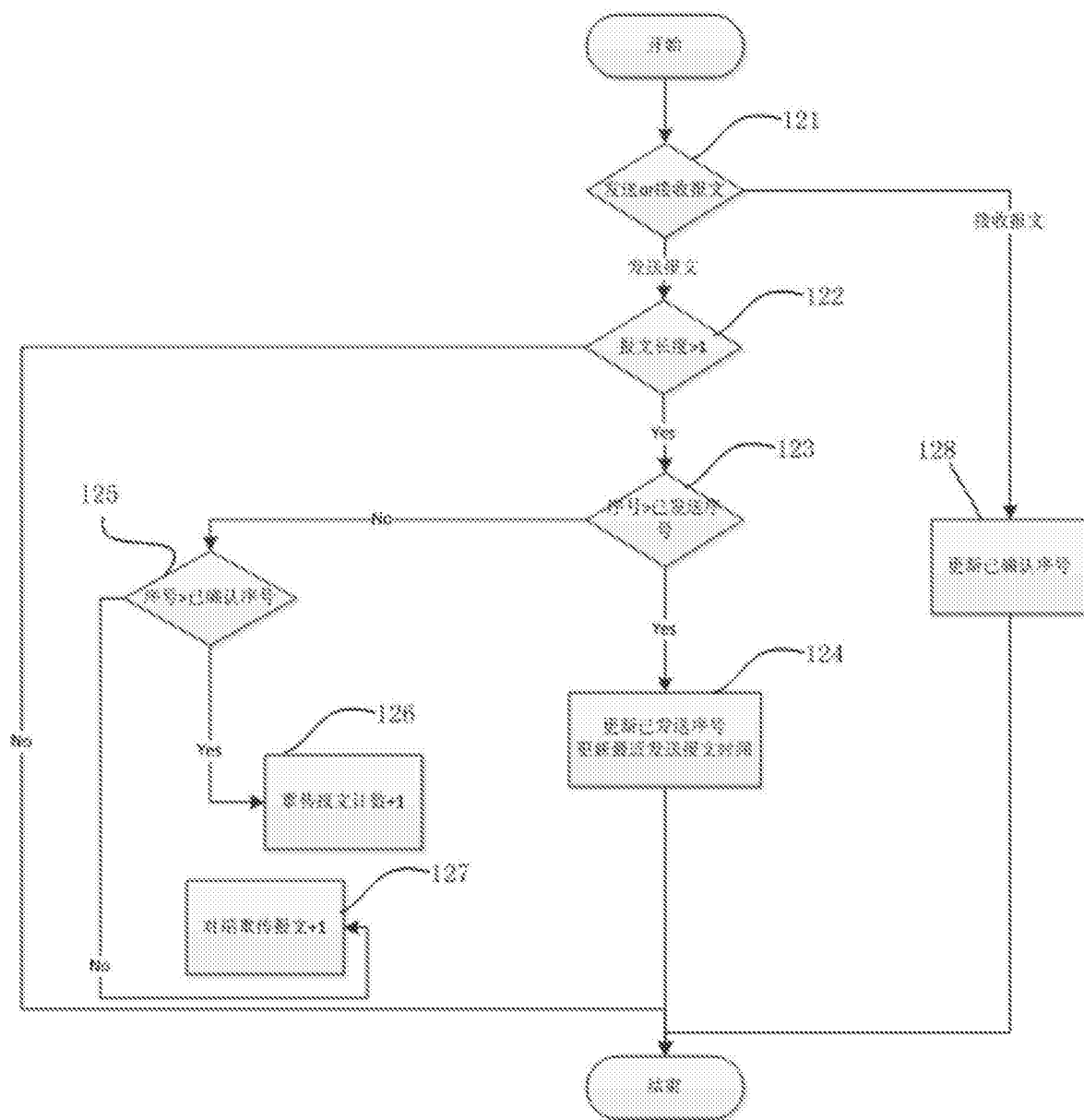


图4

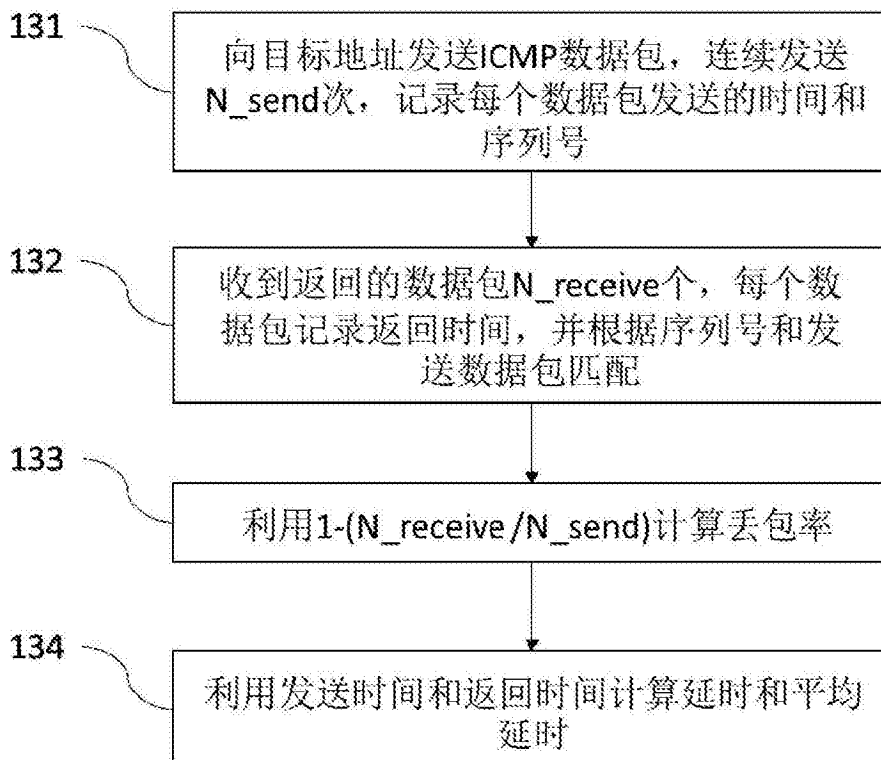


图5

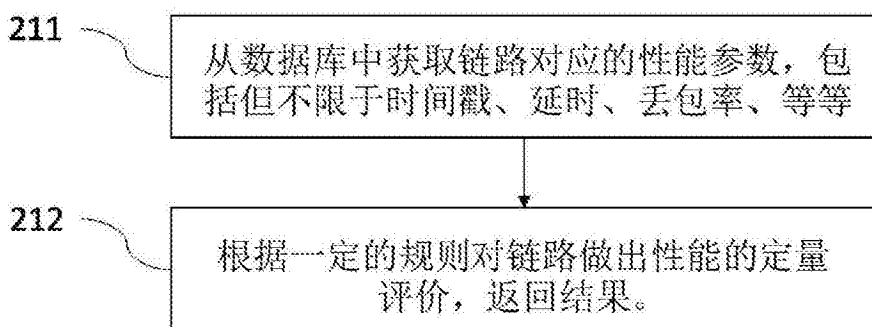


图6

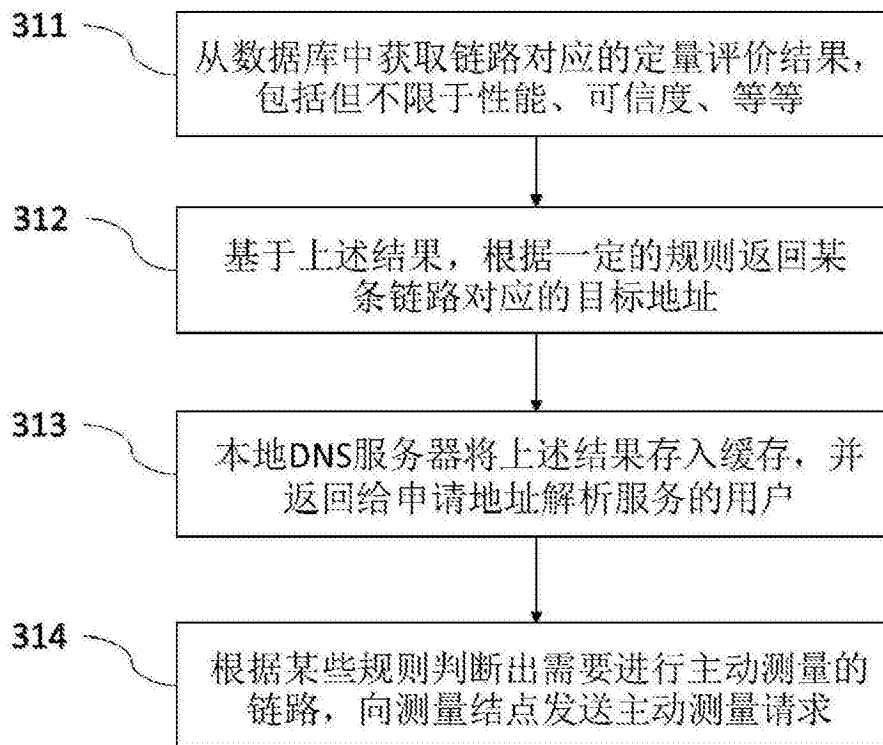


图7

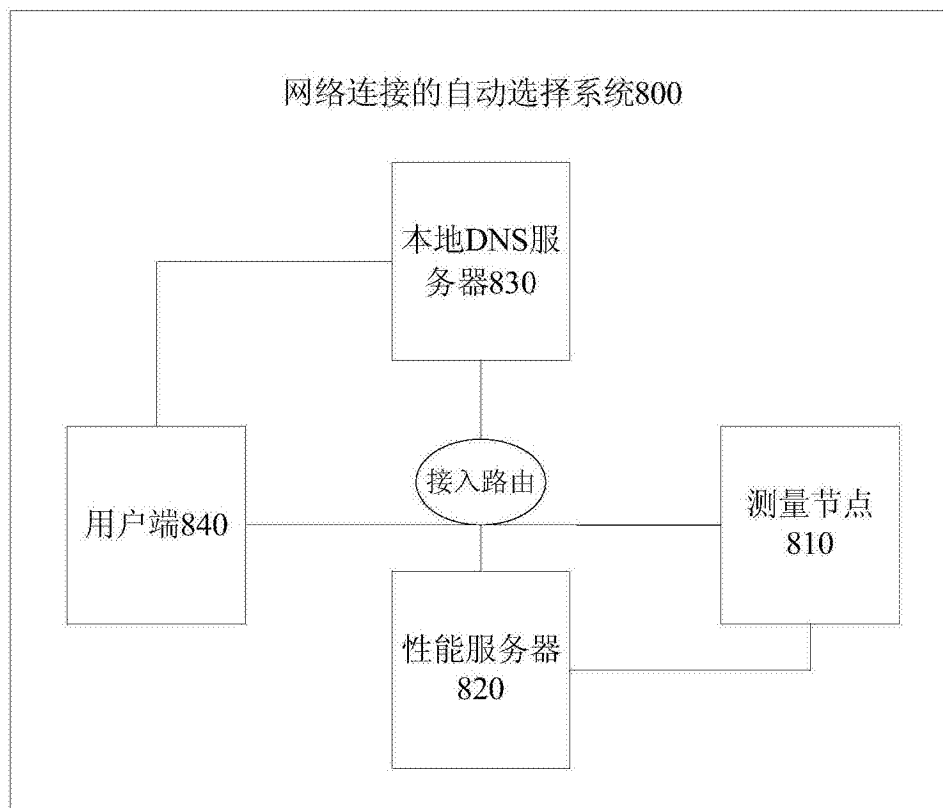


图8