(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103634157 A
(43)申请公布日 2014.03.12

(21)申请号 201310696661.8

(22)申请日 2013.12.18

(71)申请人 东南大学
地址 221700 江苏省徐州市丰县中阳大道 18 号

(72)发明人 程光 吴桦

(74)专利代理机构 江苏永衡昭辉律师事务所 32250
代理人 王斌

(51)Int.Cl.
H04L 12/24(2006.01)
H04L 12/26(2006.01)
H04L 12/705(2013.01)

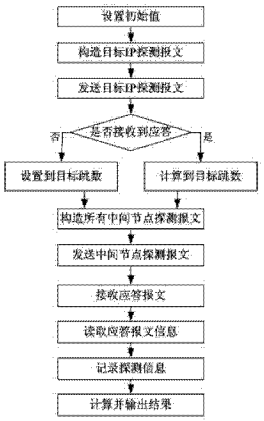
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

并行报文路由探测方法

(57)摘要

一种并行报文路由探测方法，设置一个以被探测的IP地址A为目标地址的ICMP报文，如果收到所述ICMP报文的应答报文，计算该测量点到目标节点的跳数n，否则设置跳数为32，设置n种类型的相同的目标节点A的ICMP报文，每个ICMP报文的TTL字段分别设置为1到n中的n个不同的正整数，由测量点向目标地址发送所设置的n种类型ICMP报文，每种类型ICMP报文发送k个，并记录发送每个报文的发送时间戳、标识号和TTL，接收所有ICMP报文的应答报文并打上接收时间戳，记录数组中发送报文的标识号和测量到应答报文中原IP报文头的标识号相同的记录中的应答报文时戳、应答的IP地址，计算输出到达目标节点的路由，中间节点的时延、丢包率。



CN 103634157 A

1. 一种并行报文路由探测方法，其特征在于：

步骤一：设置一个被探测的 IP 地址 A，设置每种类型报文的发送数量 k，k=1~100，设置一个包括 32*k 个记录的数组结构 D，数组结构 D 的每条记录包括发送报文的 TTL 数、发送报文的时戳、接收应答报文的时戳、发送报文的标识号及应答报文的源 IP 地址，进入步骤二；

步骤二：设置一个以被探测的 IP 地址 A 为目标地址的 ICMP 报文，所述 ICMP 报文的 IP 报文头的 TTL 字段设置为 64，由测量点向目标地址发送所述 ICMP 报文，进入步骤三；

步骤三：如果收到所述 ICMP 报文的应答报文，则测量所收到的应答报文中 IP 头 TTL 字段的值 TL，进入步骤四；如果没有收到应答报文，设置跳数 n 等于 32，进入步骤五；

步骤四：计算该测量点到目标节点的跳数 n，如果 TL 大于等于 128，则跳数 n 等于 255-TL+1；如果 TL 大于等于 64，小于 128，则跳数 n 等于 128-TL+1；如果 TL 大于等于 32，小于 64，则跳数 n 等于 64-TL+1；如果 TL 小于 32，则跳数 n 等于 32-TL+1；进入步骤五；

步骤五：设置 n 种类型的 ICMP 报文，为这 n 种类型的 ICMP 报文设置相同的目标节点 A，每个 ICMP 报文的 TTL 字段分别设置为 1 到 n 中的 n 个不同的正整数，进入步骤六；

步骤六：按照 ICMP 报文的 TTL 字段大小从 1 到 n 的先后顺序，由测量点向目标地址发送所设置的 n 种类型 ICMP 报文，每种类型 ICMP 报文发送 k 个，并记录发送每个报文的发送时间戳、每个发送报文中 IP 头的标识字段中的标识号和 TTL，进入步骤七；

步骤七：接收所有 ICMP 报文的应答报文，每接收到一个应答报文时打上接收时间戳，在最后一个发送报文的时间加上超时时间 64 秒后，停止接收报文，进入步骤八；

步骤八：读取每个应答报文的时戳及 IP 报文头的源 IP 地址，应答报文中的 ICMP 数据所包括的原 IP 报文头的标识号，进入步骤九；

步骤九：记录数组中发送报文的标识号和测量到应答报文中原 IP 报文头的标识号相同的记录中的应答报文时戳、应答的 IP 地址，进入步骤十；

步骤十：计算输出到达目标节点的路由，中间节点的时延、丢包率，将每条记录的接收应答报文时戳减去发送报文的时戳作为往返时延，查询数组中相同 TTL 的记录数，将发送报文的数量 k 减去相同 TTL 的记录数后除以 k 作为到达中间节点的丢包率，方法结束。

并行报文路由探测方法

技术领域

[0001] 本技术涉及网络测量技术领域，特别是一种并行报文路由探测方法。

背景技术

[0002] 路由探测的基本原理是通过向目标地址发送不同生存时间 (TTL) 值的 ICMP 报文，路径上的每个路由器在转发报文之前将报文上的 TTL 递减 1，当报文上的 TTL 减为 0 时，路由器将“ICMP 已超时”的消息发回源地址，这个 ICMP 报文中包括了中间路由器的信息。根据这个原理，可以先发送 一个到目标地址的TTL 为 1 的回应数据包，并在随后的每次发送过程将 TTL 递增 1，直到目标响应或 TTL 达到最大值，这样使得测量点到目标地址的所有中间路由器都应答了 ICMP 超时报文，通过检查中间路由器发回的“ICMP 已超时”的消息确定路由从而确定路由。当然某些路由器不经询问直接丢弃 TTL 过期的数据包，这些路由器将无法被检测到。

[0003] Tracert (跟踪路由) 是基于以上原理的目前常用的路由跟踪实用程序，用于确定 IP 数据包访问目标所采取的路径。Tracert 命令用 IP 生存时间 (TTL) 字段和 ICMP 错误消息来确定从一个主机到网络上其他主机的路由。当报文从测量点的计算机经过多个网关传送到目的地时，Tracert 命令可以用来跟踪数据报使用的路由(路径)。该程序跟踪的路径是源计算机到目的地的一条路径，不能保证或认为报文总遵循这个路径。Tracert 是一个运行得比较慢的命令(如果被指定的目标地址比较远)，每个路由器大约需要给它 15 秒钟。

[0004] 从以上分析可以知道，目前的路由探测原理和应用程序 Tracert 是先从 TTL 为 1 开始探测，当收到了一个报文应答后然后在进行下一跳的探测，一直到目标地址，如果中间节点没有应答，则一直等待到超时在发送下一个报文。这种方法在探测一个目标节点的时候是需要对每个中间节点按照顺序进行探测，需要探测很长时间，效率较低。同时该方法只是探测中间路由节点的 IP 地址，而不能探测中间节点的丢包率等性能指标。

发明内容

[0005] 本发明目的在于提供一种并行报文路由探测方法，能够并行地对测量点和目标节点之间路径的中间节点进行探测，并得到各个中间节点的性能。

[0006] 本发明的技术方案是提供一种并行报文路由探测方法，其特征在于：

步骤一：设置一个被探测的 IP 地址 A，设置每种类型报文的发送数量 k，k=1~100，设置一个包括 32*k 个记录的数组结构 D，数组结构 D 的每条记录包括发送报文的 TTL 数、发送报文的时戳、接收应答报文的时戳、发送报文的标识号及应答报文的源 IP 地址，进入步骤二；

步骤二：设置一个以被探测的 IP 地址 A 为目标地址的 ICMP (Internet Control Message Protocol，Internet 控制报文协议)报文，所述 ICMP 报文的 IP 报文头的 TTL 字段设置为 64，由测量点向目标地址发送所述 ICMP 报文，进入步骤三；

步骤三：如果收到所述 ICMP 报文的应答报文，则测量所收到的应答报文中 IP 头 TTL 字段的值 TL，进入步骤四；如果没有收到应答报文，设置跳数 n 等于 32，进入步骤五；

步骤四：计算该测量点到目标节点的跳数 n，如果 TL 大于等于 128，则跳数 n 等于 255-TL+1；如果 TL 大于等于 64，小于 128，则跳数 n 等于 128-TL+1；如果 TL 大于等于 32，小于 64，则跳数 n 等于 64-TL+1；如果 TL 小于 32，则跳数 n 等于 32-TL+1；进入步骤五；

步骤五：设置 n 种类型的 ICMP 报文，为这 n 种类型的 ICMP 报文设置相同的目标节点 A，每个 ICMP 报文的 TTL 字段分别设置为 1 到 n 中的 n 个不同的正整数，进入步骤六；

步骤六：按照 ICMP 报文的 TTL 字段大小从 1 到 n 的先后顺序，由测量点向目标地址发送所设置的 n 种类型 ICMP 报文，每种类型 ICMP 报文发送 k 个，并记录发送每个报文的发送时间戳、每个发送报文中 IP 头的标识字段中的标识号和 TTL，进入步骤七；

步骤七：接收所有 ICMP 报文的应答报文，每接收到一个应答报文时打上接收时间戳，在最后一个发送报文的时间加上超时时间 64 秒后，停止接收报文，进入步骤八；

步骤八：读取每个应答报文的时戳及 IP 报文头的源 IP 地址，应答报文中的 ICMP 数据所包括的原 IP 报文头的标识号，进入步骤九；

步骤九：记录数组中发送报文的标识号和测量到应答报文中原 IP 报文头的标识号相同的记录中的应答报文时戳、应答的 IP 地址，进入步骤十；

步骤十：计算输出到达目标节点的路由，中间节点的时延、丢包率，将每条记录的接收应答报文时戳减去发送报文的时戳作为往返时延，查询数组中相同 TTL 的记录数，将发送报文的数量 k 减去相同 TTL 的记录数后除以 k 作为到达中间节点的丢包率，方法结束。

[0007] 与现有技术相比，本发明具有如下优点及有效效果：

1、传统方法测量是每发送一个 ICMP 报文 TTL 递增 1，直到目标响应或超时，测量时间长，效率低，本发明是同时并行发送目标相同，但是不同 TTL 编号的 ICMP 报文，ICMP 报文每经过一个路由器 TTL 将减少 1，如果中间某个路由器的 TTL 减少到 0，则直接丢弃这个 ICMP 报文，同时应答一个该 ICMP 报文丢失的信息到原来发送 ICMP 报文的测量点，这个应答 ICMP 报文中包含了中间路由器的 IP 信息以及原 ICMP 报文信息，这样可以同时并行探测到目标节点路径上的各个中间节点，加快探测效率；

2、本发明通过维护每个发送报文的 IP 报文头中的标识字段，根据应答报文中所反馈的标识字段进行对应，实现测量点可以并行发送多个 ICMP 报文，并能够将每个 ICMP 报文所对应的应答报文进行对应，使得本发明不但能够实现并行路由探测，同时还能够进行丢包、时延等性能测度的计算和测量；

3、传统测量方法只能测量中间各个路由节点的时延和节点 IP，本发明通过向目标节点发送一组相同 TTL 的报文，可以用于评估中间路由各节点的丢包率测度，因此本发明不但可以用于测量到目标节点的路由，而且可以检测到达中间各节点的性能，可以进行更加全面的网络性能评估和监测；

附图说明

[0008] 为了更清楚地说明本发明实施实例的技术方案，下面将对实施实例或现有技术描述中所需要使用的附图做简单的介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施实例。

[0009] 图 1：并行报文路由探测方法功能流程图。

[0010] 图 2：并行报文路由探测方法步骤示意图。

具体实施方式

[0011] 下面将结合本发明实施实例中的附图，对本发明实施实例中的技术方案进行清楚、完整地描述，当然所描述的实施实例仅仅是本发明一部分实施实例，而不是全部的实施实例。

[0012] 实施实例 1

一种并行报文路由探测方法，其特征在于：

步骤一：设置一个被探测的 IP 地址 A，设置每种类型报文的发送数量 k，k=1~100，设置一个包括 32*k 个记录的数组结构 D，数组结构 D 的每条记录包括发送报文的 TTL 数、发送报文的时戳、接收应答报文的时戳、发送报文的标识号及应答报文的源 IP 地址，进入步骤二；

步骤二：设置一个以被探测的 IP 地址 A 为目标地址的 ICMP 报文，所述 ICMP 报文的 IP 报文头的 TTL 字段设置为 64，由测量点向目标地址发送所述 ICMP 报文，进入步骤三；

步骤三：如果收到所述 ICMP 报文的应答报文，则测量所收到的应答报文中 IP 头 TTL 字段的值 TL，进入步骤四；如果没有收到应答报文，设置跳数 n 等于 32，进入步骤五；

步骤四：计算该测量点到目标节点的跳数 n，如果 TL 大于等于 128，则跳数 n 等于 255-TL+1；如果 TL 大于等于 64，小于 128，则跳数 n 等于 128-TL+1；如果 TL 大于等于 32，小于 64，则跳数 n 等于 64-TL+1；如果 TL 小于 32，则跳数 n 等于 32-TL+1；进入步骤五；

步骤五：设置 n 种类型的 ICMP 报文，为这 n 种类型的 ICMP 报文设置相同的目标节点 A，每个 ICMP 报文的 TTL 字段分别设置为 1 到 n 中的 n 个不同的正整数，进入步骤六；

步骤六：按照 ICMP 报文的 TTL 字段大小从 1 到 n 的先后顺序，由测量点向目标地址发送所设置的 n 种类型 ICMP 报文，每种类型 ICMP 报文发送 k 个，并记录发送每个报文的发送时间戳、每个发送报文中 IP 头的标识字段中的标识号和 TTL，进入步骤七；

步骤七：接收所有 ICMP 报文的应答报文，每接收到一个应答报文时打上接收时间戳，在最后一个发送报文的时间加上超时时间 64 秒后，停止接收报文，进入步骤八；

步骤八：读取每个应答报文的时戳及 IP 报文头的源 IP 地址，应答报文中的 ICMP 数据所包括的原 IP 报文头的标识号，进入步骤九；

步骤九：记录数组中发送报文的标识号和测量到应答报文中原 IP 报文头的标识号相同的记录中的应答报文时戳、应答的 IP 地址，进入步骤十；

步骤十：计算输出到达目标节点的路由，中间节点的时延、丢包率，将每条记录的接收应答报文时戳减去发送报文的时戳作为往返时延，查询数组中相同 TTL 的记录数，将发送报文的数量 k 减去相同 TTL 的记录数后除以 k 作为到达中间节点的丢包率，方法结束。

实施实例 2

一种并行报文路由探测方法，其特征在于：

步骤一：测量点的 IP 地址是 101.4.116.222，设置一个被探测的 IP 地址 121.194.0.239，设置每种类型报文的发送数量 k，k=3，设置一个包括 32*k 个记录的数组结构 D，数组结构 D 的每条记录包括发送报文的 TTL 数、发送报文的时戳、接收应答报文的时戳、发送报文的标识号及应答报文的源 IP 地址，进入步骤二；

步骤二：设置一个以被探测的 IP 地址 121.194.0.239 为目标地址的 ICMP 报文，所述 ICMP 报文的 IP 报文头的 TTL 字段设置为 64，由测量点向目标地址发送所述 ICMP 报文，进

入步骤三；

步骤三：收到所述 ICMP 报文的应答报文，则测量所收到的应答报文中 IP 头 TTL 字段的值 TL 为 62，进入步骤四；

步骤四：计算该测量点到目标节点的跳数 n，TL 大于等于 32，小于 64，则跳数 n 等于 64-TL+1=64-62+1=3；进入步骤五；

步骤五：设置 3 种类型的 ICMP 报文，为这 3 种类型的 ICMP 报文设置相同的目标节点 A，每个 ICMP 报文的 TTL 字段分别设置为 1 到 3 中的 3 个不同的正整数，进入步骤六；

步骤六：按照 ICMP 报文的 TTL 字段大小从 1 到 3 的先后顺序，由测量点 101.4.116.222 向目标地址 121.194.0.239 发送所设置的 3 种类型 ICMP 报文，每种类型 ICMP 报文发送 3 个，并记录发送每个报文的发送时间戳、每个发送报文中 IP 头的标识字段中的标识号和 TTL，这个 9 个报文的发送时间戳、标识字段中的标识号和 TTL 分别为

时间戳	标识号	TTL
1ms	1000	1
1.1ms	1001	1
1.2ms	1002	1
1.3ms	1003	2
1.4ms	1004	2
1.5ms	1005	2
1.6ms	1006	3
1.7ms	1007	3
1.8ms	1008	3

进入步骤七；

步骤七 (7)：接收所有 ICMP 报文的应答报文，每接收到一个应答报文时打上接收时间戳，在最后一个发送报文的时间加上超时时间 64 秒后，停止接收报文，一共接收到 8 个 ICMP 应答报文，这 8 个 ICMP 应答报文的时间戳分别如下：

3.4ms

3.5ms

3.8ms

10.3ms

11.2ms

11.8ms

12.7ms

11.1ms

进入步骤八；

步骤八(8)：读取这 8 个应答报文的每个应答报文的时戳及 IP 报文头的源 IP 地址，应答报文中的 ICMP 数据所包括的原 IP 报文头的标识号，其结果如下：

应答时戳	应答 IP 地址	标识号
3.4ms	101.4.112.1	1000
3.5ms	101.4.112.1	1001

3.8ms	101.4.112.1	1002
10.3ms	121.194.15.253	1004
11.2ms	121.194.15.253	1005
11.8ms	121.194.0.239	1006
12.7ms	121.194.0.239	1007
11.1ms	121.194.0.239	1008

进入步骤九；

步骤九(9)：记录数组中发送报文的标识号和测量到应答报文中原 IP 报文头的标识号相同的记录中的应答报文时戳、应答的 IP 地址，其结果为

发送时戳	应答时戳	应答 IP 地址	标识号	TTL
1ms	3.4ms	101.4.112.1	1000	1
1.1ms	3.5ms	101.4.112.1	1001	1
1.2ms	3.8ms	101.4.112.1	1002	1
1.3ms	10.3ms	121.194.15.253	1004	2
1.4ms				2
1.5ms	11.2ms	121.194.15.253	1005	2
1.6ms	11.8ms	121.194.0.239	1006	3
1.7ms	12.7ms	121.194.0.239	1007	3
1.8ms	11.1ms	121.194.0.239	1008	3

进入步骤十；

步骤十：计算输出到达目标节点的路由，中间节点的时延、丢包率，将每条记录的接收应答报文时戳减去发送报文的时戳作为往返时延，查询数组中相同 TTL 的记录数，将发送报文的数量 k 减去相同 TTL 的记录数后除以 k 作为到达中间节点的丢包率，

其结果如下：

测量点的 IP 地址 101.4.116.222 到被探测的 IP 地址 121.194.0.239 的路由为：

101.4.116.222 101.4.112.1 121.194.15.253 121.194.0.239

从测量点 101.4.116.222 到达各个的往返时延为

101.4.116.222 到 101.4.112.1 的往返时延为：2.4ms、2.4ms、2.6ms

101.4.116.222 到 121.194.15.253 的往返时延为：9ms、9.7ms

101.4.116.222 到 121.194.0.239 的往返时延为：10.2ms、11ms、9.3ms

101.4.116.222 到 101.4.112.1 的丢包率为：0/3=0

101.4.116.222 到 121.194.15.253 的丢包率为：1/3

101.4.116.222 到 121.194.0.239 的丢包率为：0/3

方法结束。

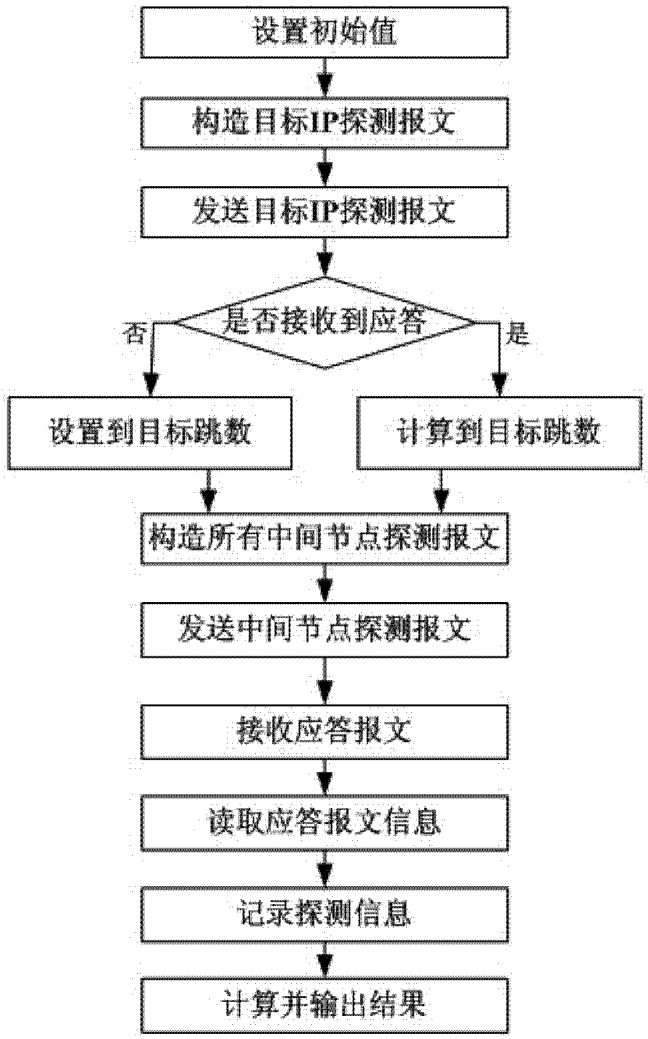

设置初始值
构造目标IP探测报文
发送目标IP探测报文
是否接收到应答
否
是
设置到目标跳数
计算到目标跳数
构造所有中间节点探测报文
发送中间节点探测报文
接收应答报文
读取应答报文信息
记录探测信息
计算并输出结果

图 1


设置初始参数
步骤一
构造初始探测报文
步骤二
探测到目标IP
步骤三
计算到目标IP的跳数
步骤四
设置路由探测报文
步骤五
发送探测报文
步骤六
接收探测应答报文
步骤七
读取探测应答报文信息
步骤八
记录探测数据
步骤九
计算输出结果
步骤十

图 2