



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105743720 B

(45)授权公告日 2018.12.07

(21)申请号 201410746541.9

(22)申请日 2014.12.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105743720 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(73)专利权人 中国移动通信集团设计院有限公司

地址 100080 北京市海淀区丹棱街甲16号

(72)发明人 张奇

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 郭润湘

(51)Int. Cl.

H04L 12/26(2006.01)

H04B 10/07(2013.01)

(56)对比文件

- CN 101138210 A, 2008.03.05,
- CN 101772047 A, 2010.07.07,
- CN 102264109 A, 2011.11.30,
- CN 2004/0181573 A1, 2004.09.16,
- US 2012/0117273 A1, 2012.05.10,
- CN 103516624 A, 2014.01.15,
- CN 2014/0247800 A1, 2014.09.04,

审查员 张翔

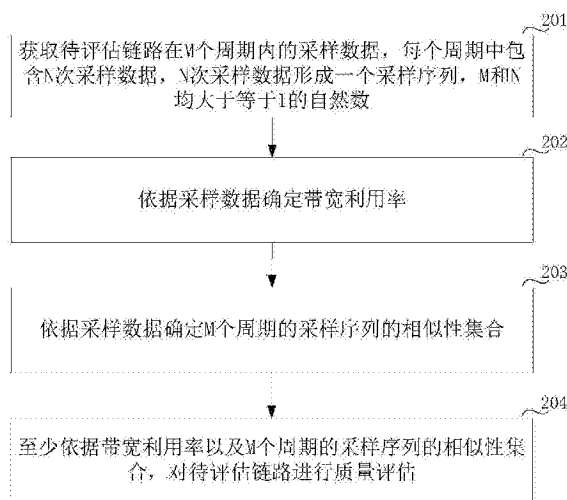
权利要求书5页 说明书24页 附图3页

(54)发明名称

一种链路质量评估方法及其装置

(57)摘要

本发明涉及网络测试领域,尤其涉及一种链路质量评估方法及其装置,用以对链路质量进行评估,进一步提高链路质量评估的全面性和准确性。本发明实施例包括:获取待评估链路在M个周期内的采样数据,依据采样数据确定带宽利用率,以及M个周期的采样序列的相似性集合,至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估。由于M个周期的采样序列的相似性集合可反映出M个周期的采样数据之间的相似性,且进一步由于依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估,即通过两个维度对链路质量进行评估,从而增加了评估链路质量的维度,提升了链路质量评估的全面性和准确性。



1. 一种链路质量评估方法,其特征在于,包括以下步骤:

获取待评估链路在M个周期内的采样数据,每个周期中包含N次采样数据,所述N次采样数据形成一个采样序列,M和N均大于等于1的自然数;

依据所述采样数据确定带宽利用率;

依据所述采样数据确定M个周期的采样序列的相似性集合;

至少依据所述带宽利用率以及所述M个周期的采样序列的相似性集合,对所述待评估链路进行质量评估;

其中,所述依据所述采样数据确定M个周期的采样序列的相似性集合,具体包括:

计算每个周期的采样序列和第一均值序列之间的互相关因子,并计算所得到的M+1个互相关因子的平均值;其中,所述第一均值序列第k个数据为第一至第M周期的采样序列中第k次采样数据的平均值, $1 \leq k \leq N$;

依据每个互相关因子与所述互相关因子的平均值的大小关系确定M个周期的采样序列的相似性集合;其中,针对每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子,小于M个互相关因子的平均值的互相关因子所对应的周期设置在第一相似性集合内,否则,则设置在第二相似性集合内;

其中,至少依据所述带宽利用率以及所述M个周期的采样序列的相似性集合,对所述待评估链路进行质量评估,包括:

若一个采样周期内所测得的宽带利用率大于极限值,则:当所述第一相似性集合内的采样周期的采样数据与第一均值序列相比,波动性越大时,则不需扩大网络宽带容量;否则扩大网络宽带容量。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对所述待评估链路进行质量评估之前,还包括:

依据所述采样数据以及M个周期的采样序列的相似性集合,确定所述待评估链路中不同类型用户的用户数量比例;

所述至少依据所述带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对所述待评估链路进行质量评估,具体包括:

至少依据所述带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合,以及所述待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,对所述待评估链路进行质量评估。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,第一均值序列与第一均值序列之间的互相关因子为1;计算每个周期的采样序列与所述第一均值序列之间的互相关因子所依据的公式为:

$$\alpha_{AB} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\min(A_i, B_i)}{\max(A_i, B_i)} \omega_{Bi} \right)$$

其中, α_{AB} 为第B个周期的采样序列与序列A之间的互相关因子,所述序列A为所述第一均值序列; A_i 为序列A中的第i个元素,所述第i个元素为M个周期的采样序列内的第i次采样数据的平均值, B_i 为第B个周期中的第i次采样数据; ω_{Bi} 为第B个周期的采样序列中第i个采样数据的权重因子,

$$\omega_{Bi} = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^N B_i}$$

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述依据所述采样数据确定所述待评估链路不同类型用户的用户数量比例,具体包括:

计算第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第二均值序列;其中,所述第二均值序列中的第g个数据为第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第g次采样数据的平均值, $1 \leq g \leq N$;

计算第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第三均值序列;其中,所述第三均值序列中的第h个数据为第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第h次采样数据的平均值, $1 \leq h \leq N$;

确定所述第二均值序列中所有元素的平均值与所述第三均值序列中的所有元素的平均值的比值,得到所述待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,所述确定所述第二均值序列中所有元素的平均值与所述第三均值序列中的所有元素的平均值的比值,得到所述待评估链路不同类型用户的用户数量比例,具体包括:

将第二均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;将第三均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;其中,X为大于1的整数;

针对所述第二均值序列中的X个采样序列和所述第三均值序列中的X个采样序列,计算所述第二均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列与所述第三均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列之间的互相关因子,确定出第二均值序列中的X个采样序列与第三均值序列中的X个采样序列之间的最小的互相关因子;

计算所述最小的互相关因子在所述第二均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值与所述最小的互相关因子在所述第三均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值之间的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

6. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述对所述待评估链路进行质量评估之前,还包括:

确定所述采样数据中超过告警阈值的采样数据所占的比例;

所述至少依据所述带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合,以及所述待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,对所述待评估链路进行质量评估,具体包括:

至少依据所述带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、所述待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,以及超过告警阈值的采样数据所占的比例,对所述待评估链路进行质量评估。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述确定所述采样数据中超过告警阈值的采样数据所占的比例,具体包括:

针对M个周期中的每个周期,采用半高全宽FWHM算法确定每个周期内的忙时时间段;

统计每个周期内的忙时时间段内的采样数据超过所述告警阈值的次数;

依据所述超过所述告警阈值的次数以及所述忙时时间段内的采样数据的总次数,确定

所述采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例。

8. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述对所述待评估链路进行质量评估之前,还包括:

依据所述采样数据确定传输端口之间的负荷量比例;

所述至少依据所述带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、所述待评估链路不同类型用户的用户数量比例,以及所述采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例,对所述待评估链路进行质量评估,具体包括:

至少依据所述带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、所述待评估链路不同类型用户的用户数量比例、所述采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例,以及所述传输端口之间的负荷量比例,对所述待评估链路进行质量评估。

9. 一种链路质量评估装置,其特征不在于,包括:

获取单元,用于获取待评估链路在M个周期内的采样数据,每个周期中包含N次采样数据,所述N次采样数据形成一个采样序列,M和N均大于等于1的自然数;

确定单元,用于依据所述采样数据确定带宽利用率;依据所述采样数据确定M个周期的采样序列的相似性集合;具体用于:计算每个周期的采样序列和第一均值序列之间的互相关因子,并计算所得到的M+1个互相关因子的平均值;其中,所述第一均值序列第k个数据为第一至第M周期的采样序列中第k次采样数据的平均值, $1 \leq k \leq N$;依据每个互相关因子与所述互相关因子的平均值的大小关系确定M个周期的采样序列的相似性集合;针对每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子,小于M个互相关因子的平均值的互相关因子所对应的周期设置在第一相似性集合内,否则,则设置在第二相似性集合内;

评估单元,用于至少依据所述带宽利用率以及所述M个周期的采样序列的相似性集合,对所述待评估链路进行质量评估;具体用于:若一个采样周期内所测得的带宽利用率大于极限值,则:当所述第一相似性集合内的采样周期的采样数据与第一均值序列相比,波动性越大时,则不需扩大网络宽带容量;否则扩大网络宽带容量。

10. 如权利要求9所述的装置,其特征不在于,所述确定单元,还用于:

依据所述采样数据以及M个周期的采样序列的相似性集合,确定所述待评估链路中不同类型用户的用户数量比例;

所述至少依据所述带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对所述待评估链路进行质量评估,具体包括:

至少依据所述带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合,以及所述待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,对所述待评估链路进行质量评估。

11. 如权利要求9或10所述的装置,其特征不在于,所述确定单元,第一均值序列与第一均值序列之间的互相关因子为1;计算每个周期的采样序列与所述第一均值序列之间的互相关因子所依据的公式为:

$$\alpha_{AB} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\min(A_i, B_i)}{\max(A_i, B_i)} \omega_{B_i} \right)$$

其中, α_{AB} 为第B个周期的采样序列与序列A之间的互相关因子,所述序列A为所述第一均值序列; A_i 为序列A中的第i个元素,所述第i个元素为M个周期的采样序列内的第i次采样数据的平均值, B_i 为第B个周期中的第i次采样数据; ω_{B_i} 为第B个周期的采样序列中第i个采样

数据的权重因子,

$$\omega_{Bi} = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^N B_i}。$$

12. 如权利要求9所述的装置,其特征在于,所述确定单元,具体用于:

计算第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第二均值序列;其中,所述第二均值序列中的第g个数据为第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第g次采样数据的平均值, $1 \leq g \leq N$;

计算第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第三均值序列;其中,所述第三均值序列中的第h个数据为第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第h次采样数据的平均值, $1 \leq h \leq N$;

确定所述第二均值序列中所有元素的平均值与所述第三均值序列中的所有元素的平均值的比值,得到所述待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

13. 如权利要求12所述的装置,其特征在于,所述确定单元,具体用于:

将第二均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;将第三均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;其中,X为大于1的整数;

针对所述第二均值序列中的X个采样序列和所述第三均值序列中的X个采样序列,计算所述第二均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列与所述第三均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列之间的互相关因子,确定出第二均值序列中的X个采样序列与第三均值序列中的X个采样序列之间的最小的互相关因子;

计算所述最小的互相关因子在所述第二均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值与所述最小的互相关因子在所述第三均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值之间的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

14. 如权利要求10所述的装置,其特征在于,所述确定单元,还用于:

确定所述采样数据中超过告警阈值的采样数据所占的比例;

所述至少依据所述带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合,以及所述待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,对所述待评估链路进行质量评估,具体包括:

至少依据所述带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、所述待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,以及超过告警阈值的采样数据所占的比例,对所述待评估链路进行质量评估。

15. 如权利要求14所述的装置,其特征在于,所述确定单元,具体用于:

针对M个周期中的每个周期,采用半高全宽FWHM算法确定每个周期内的忙时时间段;

统计每个周期内的忙时时间段内的采样数据超过所述告警阈值的次数;

依据所述超过所述告警阈值的次数以及所述忙时时间段内的采样数据的总次数,确定所述采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例。

16. 如权利要求14所述的装置,其特征在于,所述确定单元,还用于:

依据所述采样数据确定传输端口之间的负荷量比例;

所述至少依据所述带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、所述待评估链路不

同类型用户的用户数量比例,以及所述采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例,对所述待评估链路进行质量评估,具体包括:

至少依据所述带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、所述待评估链路不同类型用户的用户数量比例、所述采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例,以及所述传输端口之间的负荷量比例,对所述待评估链路进行质量评估。

一种链路质量评估方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及网络测试领域,尤其涉及一种链路质量评估方法及其装置。

背景技术

[0002] 随着城市光网的大规模发展,运营商在如火如荼地部署固定宽带接入网络,如无源光纤网络(Passive optical network,简称:PON)网络、数字用户线路(Digital Subscriber Line,简称:xDSL)、以太网同轴传输技术(Ethernet Over Cable,简称:EoC)网络中的固定宽带接入网络。以PON网络为例,固定宽带接入网络结构的主要部分包括有线宽带接入网,以及有线宽带接入网上联的数据城域网二层或三层网元。

[0003] 由于PON网络覆盖区域的规模、接入用户数量、用户类型、接入速率、用户网络使用行为等众多因素的差异,单一PON网络有线宽带网络上联至数据城域网的上联链路带宽使用情况差异明显,而该链路直接影响相应PON网络的整体承载用户的能力。因此,对该链路质量的评估对上层数据网络的建设驱动起着关键作用。

[0004] 现有技术中,运营商通常通过评估链路的带宽利用率来评估链路质量,评估维度仅限于一维。虽然,带宽利用率是链路整体健康的重要评估项目,但是过于单一的评估维度容易造成发生错误。

[0005] 综上所述,亟需一种链路质量评估方法及其装置,用以对链路质量进行评估,进一步提高链路质量评估的准确性。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供一种链路质量评估方法及其装置,用以对链路质量进行评估,进一步提高链路质量评估的准确性。

[0007] 本发明实施例提供一种链路质量评估方法,包括以下步骤:

[0008] 获取待评估链路在M个周期内的采样数据,每个周期中包含N次采样数据,N次采样数据形成一个采样序列,M和N均大于等于1的自然数;

[0009] 依据采样数据确定带宽利用率;

[0010] 依据采样数据确定M个周期的采样序列的相似性集合;

[0011] 至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估。

[0012] 较佳的,对待评估链路进行质量评估之前,还包括:

[0013] 依据采样数据以及M个周期的采样序列的相似性集合,确定待评估链路中不同类型用户的用户数量比例;

[0014] 至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估,具体包括:

[0015] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合,以及待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,对待评估链路进行质量评估。

[0016] 较佳的,依据采样数据确定M个周期的采样序列的相似性集合,具体包括:

[0017] 计算每个周期的采样序列和第一均值序列之间的互相关因子,并计算所得到的M+1个互相关因子的平均值;其中,第一均值序列第k个数据为第一至第M周期的采样序列中第k次采样数据的平均值, $1 \leq k \leq N$;

[0018] 依据每个互相关因子与互相关因子的平均值的大小关系确定M个周期的采样序列的相似性集合;

[0019] 其中,第一均值序列与第一均值序列之间的互相关因子为1;计算每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子所依据的公式为:

$$[0020] \quad \alpha_{AB} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\min(A_i, B_i)}{\max(A_i, B_i)} \omega_{Bi} \right)$$

[0021] 其中, α_{AB} 为第B个周期的采样序列与序列A之间的互相关因子,序列A为第一均值序列; A_i 为序列A中的第i个元素,第i个元素为M个周期的采样序列内的第i次采样数据的平均值, B_i 为第B个周期中的第i次采样数据; ω_{Bi} 为第B个周期的采样序列中第i个采样数据的权重因子,

$$[0022] \quad \omega_{Bi} = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^N B_i}。$$

[0023] 较佳的,依据每个互相关因子与互相关因子的平均值的大小关系确定M个周期的采样序列的相似性集合,具体包括:

[0024] 针对每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子,将小于M个互相关因子的平均值的互相关因子所对应的周期设置在第一相似性集合内,否则,则设置在第二相似性集合内。

[0025] 较佳的,依据采样数据确定待评估链路不同类型用户的用户数量比例,具体包括:

[0026] 计算第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第二均值序列;其中,第二均值序列中的第g个数据为第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第g次采样数据的平均值, $1 \leq g \leq N$;

[0027] 计算第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第三均值序列;其中,第三均值序列中的第h个数据为第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第h次采样数据的平均值, $1 \leq h \leq N$;

[0028] 确定第二均值序列中所有元素的平均值与第三均值序列中的所有元素的平均值的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

[0029] 较佳的,确定第二均值序列中所有元素的平均值与第三均值序列中的所有元素的平均值的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例,具体包括:

[0030] 将第二均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;将第三均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;其中,X为大于1的整数;

[0031] 针对第二均值序列中的X个采样序列和第三均值序列中的X个采样序列,计算第二均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列与第三均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列之间的互相关因子,确定出第二均值序列中的X个采样序列与第三均值序列中的

X个采样序列之间的最小的互相关因子；

[0032] 计算最小的互相关因子在第二均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值与最小的互相关因子在第三均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值之间的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

[0033] 较佳的,对待评估链路进行质量评估之前,还包括:

[0034] 确定采样数据中超过告警阈值的采样数据所占的比例;

[0035] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合,以及待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,对待评估链路进行质量评估,具体包括:

[0036] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,以及超过告警阈值的采样数据所占的比例,对待评估链路进行质量评估。

[0037] 较佳的,确定采样数据中超过告警阈值的采样数据所占的比例,具体包括:

[0038] 针对M个周期中的每个周期,采用半高全宽FWHM算法确定每个周期内的忙时时间段;

[0039] 统计每个周期内的忙时时间段内的采样数据超过告警阈值的次数;

[0040] 依据超过告警阈值的次数以及忙时时间段内的采样数据的总次数,确定采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例。

[0041] 较佳的,对待评估链路进行质量评估之前,还包括:

[0042] 依据采样数据确定传输端口之间的负荷量比例;

[0043] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路不同类型用户的用户数量比例,以及采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例,对待评估链路进行质量评估,具体包括:

[0044] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路不同类型用户的用户数量比例、采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例,以及传输端口之间的负荷量比例,对待评估链路进行质量评估。

[0045] 本发明实施例中,获取待评估链路在M个周期内的采样数据,依据采样数据确定带宽利用率,以及M个周期的采样序列的相似性集合,至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估。由于M个周期的采样序列的相似性集合可反映出M个周期的采样数据之间的相似性,且进一步由于依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估,即通过两个维度对链路质量进行评估,从而增加了评估链路质量的维度,提升了链路质量评估的全面性和准确性。

[0046] 本发明实施例提供一种链路质量评估装置,包括:

[0047] 获取单元,用于获取待评估链路在M个周期内的采样数据,每个周期中包含N次采样数据,N次采样数据形成一个采样序列,M和N均大于等于1的自然数;

[0048] 确定单元,用于依据采样数据确定带宽利用率;依据采样数据确定M个周期的采样序列的相似性集合;

[0049] 评估单元,用于至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估。

[0050] 较佳的,确定单元,还用于:

[0051] 依据采样数据以及M个周期的采样序列的相似性集合,确定待评估链路中不同类型用户的用户数量比例;

[0052] 至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估,具体包括:

[0053] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合,以及待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,对待评估链路进行质量评估。

[0054] 较佳的,确定单元,具体用于:

[0055] 计算每个周期的采样序列和第一均值序列之间的互相关因子,并计算所得到的M+1个互相关因子的平均值;其中,第一均值序列第k个数据为第一至第M周期的采样序列中第k次采样数据的平均值, $1 \leq k \leq N$;

[0056] 依据每个互相关因子与互相关因子的平均值的大小关系确定M个周期的采样序列的相似性集合;

[0057] 其中,第一均值序列与第一均值序列之间的互相关因子为1;计算每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子所依据的公式为:

$$[0058] \quad \alpha_{AB} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\min(A_i, B_i)}{\max(A_i, B_i)} \omega_{Bi} \right)$$

[0059] 其中, α_{AB} 为第B个周期的采样序列与序列A之间的互相关因子,序列A为第一均值序列; A_i 为序列A中的第i个元素,第i个元素为M个周期的采样序列内的第i次采样数据的平均值, B_i 为第B个周期中的第i次采样数据; ω_{Bi} 为第B个周期的采样序列中第i个采样数据的权重因子,

$$[0060] \quad \omega_{Bi} = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^N B_i}$$

[0061] 较佳的,确定单元,具体用于:

[0062] 针对每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子,将小于M个互相关因子的平均值的互相关因子所对应的周期设置在第一相似性集合内,否则,则设置在第二相似性集合内。

[0063] 较佳的,确定单元,具体用于:

[0064] 计算第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第二均值序列;其中,第二均值序列中的第g个数据为第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第g次采样数据的平均值, $1 \leq g \leq N$;

[0065] 计算第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第三均值序列;其中,第三均值序列中的第h个数据为第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第h次采样数据的平均值, $1 \leq h \leq N$;

[0066] 确定第二均值序列中所有元素的平均值与第三均值序列中的所有元素的平均值的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

[0067] 较佳的,确定单元,具体用于:

[0068] 将第二均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;将第三均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;其中,X为

大于1的整数；

[0069] 针对第二均值序列中的X个采样序列和第三均值序列中的X个采样序列，计算第二均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列与第三均值序列中的 X个采样序列中的每个采样序列之间的互相关因子，确定出第二均值序列中的 X个采样序列与第三均值序列中的X个采样序列之间的最小的互相关因子；

[0070] 计算最小的互相关因子在第二均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值与最小的互相关因子在第三均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值之间的比值，得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

[0071] 较佳的，确定单元，还用于：

[0072] 确定采样数据中超过告警阈值的采样数据所占的比例；

[0073] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合，以及待评估链路中不同类型用户的用户数量比例，对待评估链路进行质量评估，具体包括：

[0074] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路中不同类型用户的用户数量比例，以及超过告警阈值的采样数据所占的比例，对待评估链路进行质量评估。

[0075] 较佳的，确定单元，具体用于：

[0076] 针对M个周期中的每个周期，采用半高全宽FWHM算法确定每个周期内的忙时时间段；

[0077] 统计每个周期内的忙时时间段内的采样数据超过告警阈值的次数；

[0078] 依据超过告警阈值的次数以及忙时时间段内的采样数据的总次数，确定采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例。

[0079] 较佳的，确定单元，还用于：

[0080] 依据采样数据确定传输端口之间的负荷量比例；

[0081] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路不同类型用户的用户数量比例，以及采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例，对待评估链路进行质量评估，具体包括：

[0082] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路不同类型用户的用户数量比例、采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例，以及传输端口之间的负荷量比例，对待评估链路进行质量评估。

[0083] 本发明实施例中，获取待评估链路在M个周期内的采样数据，依据采样数据确定带宽利用率，以及M个周期的采样序列的相似性集合，至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合，对待评估链路进行质量评估。由于M个周期的采样序列的相似性集合可反映出M个周期的采样数据之间的相似性，且进一步由于依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合，对待评估链路进行质量评估，即通过两个维度对链路质量进行评估，从而增加了评估链路质量的维度，提升了链路质量评估的全面性和准确性。

附图说明

[0084] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简要介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本

领域的普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

- [0085] 图1为本发明实施例适用的一种网络的系统架构示意图;
- [0086] 图2为本发明实施例提供的一种链路质量评估方法流程示意图;
- [0087] 图3为本发明实施例提供的采样数据示意图;
- [0088] 图4a为本发明实施例提供的工作日中政企用户的流量模型示意图;
- [0089] 图4b为本发明实施例提供的工作日中家庭用户的流量模型示意图;
- [0090] 图4c为本发明实施例提供的工作日中政企用户和家庭用户的总流量模型示意图;
- [0091] 图5为本发明实施例提供的忙时时间段判断方法示意图;
- [0092] 图6为本发明实施例提供的一种链路质量评估设备的结构示意图。

具体实施方式

[0093] 本发明实施例提供一种链路质量评估方法及其装置,用以对链路质量进行评估,进一步提高链路质量评估的准确性。本发明实施例中依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估,即通过两个维度对链路质量进行评估,从而增加了评估链路质量的维度,提升了链路质量评估的全面性和准确性。

[0094] 本发明实施例适用于PON、xDSL、EoC等网络的固定带宽接入网络。本发明实施例中PON网络为例进行介绍,如图1所示,图1为本发明实施例适用的一种网络的系统架构示意图,为PON网络的系统架构。有线宽带接入网络102通过上联链路105上联至数据城域网101中的二层交换机103,或三层边缘路由设备104。有线宽带接入网络102向下进行一定区域内的用户覆盖,如图1所示,有线宽带接入网络102向下接入多个用户106。

[0095] 本发明实施例中以有线宽带接入网上联至数据城域网的上联链路105为例进行介绍,本领域技术人员可知,本发明实施例中所提供的方法适用于其它网络中的其它链路进行质量评估,本发明实施例对此不做限制。

[0096] 为了使本发明的目的、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0097] 基于图1所示的系统架构,图2示出了本发明实施例提供的一种链路质量评估方法流程示意图;本发明实施例提供的一种链路质量评估方法,包括以下步骤:

[0098] 步骤201,获取待评估链路在M个周期内的采样数据,每个周期中包含N次采样数据,N次采样数据形成一个采样序列,M和N均大于等于1的自然数;

[0099] 步骤202,依据采样数据确定带宽利用率;

[0100] 步骤203,依据采样数据确定M个周期的采样序列的相似性集合;

[0101] 步骤204,至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估。

[0102] 上述步骤201中,对待评估链路中的数据流量进行采样。较佳的,采样任务及数据处理均在网管平台上实现,采样频率也可在网关平台上进行定义。由于实际生活中,不同的采样时间与用户使用网络的行为所产生的网络流量数据具有强关联性,举个例子,当采样时间处于周末时,家庭用户在12点至24点之间的使用网络的行为所产生的网络流量可能就

会比工作日相同时刻的网络流量大。假设,采样频率为每小时1次统计采样数据时,且采样任务为每月单日采集时,所采集到的单日的采样数据不能全面反映链路带宽使用情况。针对上述该种情况,较佳的,本发明实施例中的采样方式为每月采集多于一天的流量数据。

[0103] 获取到采样数据之后,较佳的将其获取待评估链路在M个周期内的采样数据,每个周期中包含N次采样数据,N次采样数据形成一个采样序列。本发明实施例中以每月采集从周一至周日一周的流量数据为例进行介绍。且可将每月采集的数据分割为7个周期,每个周期对应一天的24小时,每个1小时采集一次数据。

[0104] 较佳的,本发明实施例中采样数据中所包括的信息包括采样日期、采样时间、端口上下行流量等内容。该数据来源于网管平台,并与网管平台数据格式保持一致或保持一定规律的映射关系,方便高效,且适合日常数据的查询和维护。

[0105] 上述步骤202中,带宽利用率的计算与现有技术中的一样,即通过采样数据中的带宽实际使用的数值除以带宽最大可使用的数值,得到的数值即为带宽利用率。该带宽最大可使用的数值可为带宽的实际最大数值,也可为乘以安全系数之后的实际可使用的数值,由用户自行选择。带宽利用率对链路质量评估起着非常重要的作用,带宽利用率若过大,超过带宽利用率的安全阈值,则需要将带宽扩容,带宽利用率过小表示该链路建设或规划的不合理性,需根据运营商运营策略给出相应的改造意见。

[0106] 现有技术中可依据带宽利用率对待评估链路进行质量评估,评估维度较为单一,因此,本发明实施例中进一步依据采样数据确定M个周期的采样序列的相似性集合,并至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估,从而增加了评估链路质量所依据的条件,进一步增加了评估链路质量的准确性。

[0107] 具体来说,依据采样数据确定M个周期的采样序列的相似性集合的具体步骤如下:

[0108] 针对M个周期的采样序列,计算每个周期的采样序列和第一均值序列之间的互相关因子,并计算所得到的M+1个互相关因子的平均值;其中,第一均值序列第k个数据为第一至第M周期的采样序列中第k次采样数据的平均值, $1 \leq k \leq N$;依据每个互相关因子与互相关因子的平均值的大小关系确定M个周期的采样序列的相似性集合。

[0109] 其中,第一均值序列与第一均值序列之间的互相关因子为1;计算每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子所依据的公式(1)为:

$$[0110] \quad \alpha_{AB} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\min(A_i, B_i)}{\max(A_i, B_i)} \omega_{Bi} \right) \dots \dots \dots (1)$$

[0111] 其中, α_{AB} 为第B个周期的采样序列与序列A之间的互相关因子,序列A为第一均值序列; A_i 为序列A中的第i个元素,第i个元素为M个周期的采样序列内的第i次采样数据的平均值, B_i 为第B个周期中的第i次采样数据; ω_{Bi} 为第B个周期的采样序列中第i个采样数据的权重因子, ω_{Bi} 依据公式(2)进行计算:

$$[0112] \quad \omega_{Bi} = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^N B_i} \dots \dots \dots (2)$$

[0113] 其中, ω_{Bi} 表征了第B个周期中的第i次采样数据在第B个周期的所有采样数据中所占的比重,在公式(1)中引入 ω_{Bi} ,进一步提高了互相关因子的计算精度。

[0114] 进一步,针对每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子,将小于M个

互相关因子的平均值的互相关因子所对应的周期设置在第一相似性集合内,否则,则设置在第二相似性集合内。

[0115] 上述论述中的互相关因子可用于衡量序列A与第B个周期的采样序列之间各个元素的差异程度,当序列A与第B个周期的采样序列越相似,则相关性因子越趋近于1,其中相关性因子的取值范围为(0,1)。

[0116] 举一个例子详细介绍互相关因子的计算方法,结合图3所示,图3为本发明实施例提供的采样数据示意图,包括三条采样序列,分别为第一周期采样序列301、基准序列A302、第二周期采样序列303。假设基准序列A为第一均值序列,假设基准序列A中的数据为{1,2,3,2,1},假设存在多于两个周期的采样序列:第一个周期的采样序列为{3,1.5,1,2,3},第二个周期的采样序列为{0.5,1.5,1.75,0.5,0.25}。

[0117] 计算基准序列A与第一个周期采样序列之间的互相关因子如下:

[0118] 根据公式(2)计算第一个周期采样序列中的每个采样数据的权重因子 ω_{11} , ω_{12} , ω_{13} , ω_{14} , ω_{15} ;

[0119] 以 ω_{11} 的计算进行示例:

$$[0120] \quad \omega_{11} = \frac{\text{第一个周期采样序列中的第一个采样数据}}{\text{第一个周期采样序列中的所有采样数据的总和}} = \frac{3}{10.5} = 0.286$$

[0121] 根据公式(1)计算基准序列A与第一个周期采样序列之间的互相关因子:

$$[0122] \quad \alpha_{A\text{第一周期}} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\min(A_i, \text{第一周期}_i)}{\max(A_i, \text{第一周期}_i)} \omega_{1i} \right) = 0.5$$

[0123] 其中, A_i 为基准序列A中的第*i*个元素,(第一周期 $_i$)为第一周期中的第*i*次采样数据, ω_{1i} 为第一个周期采样序列中的每个采样数据的权重因子, N 为采样数据的总个数,通过上述计算确定第一周期采样序列与基准序列A之间的互相关因子为0.5。

[0124] 依据上述类似方法计算基准序列A与第二个周期采样序列之间的互相关因子:

[0125] 根据公式(2)计算第二个周期采样序列中的每个采样数据的权重因子 ω_{21} , ω_{22} , ω_{23} , ω_{24} , ω_{25} ;

[0126] 以 ω_{21} 的计算进行示例:

$$[0127] \quad \omega_{21} = \frac{\text{第二个周期采样序列中的第一个采样数据}}{\text{第二个周期采样序列中的所有采样数据的总和}} = \frac{0.5}{4.5} = 0.111$$

[0128] 根据公式(1)计算基准序列A与第二个周期采样序列之间的互相关因子:

$$[0129] \quad \alpha_{A\text{第二周期}} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\min(A_i, \text{第二周期}_i)}{\max(A_i, \text{第二周期}_i)} \omega_{2i} \right) = 0.6$$

[0130] 其中, A_i 为基准序列A中的第*i*个元素,(第二周期 $_i$)为第二周期中的第*i*次采样数据, ω_{2i} 为第二个周期采样序列中的每个采样数据的权重因子,通过上述计算确定第二周期采样序列与基准序列A之间的互相关因子为0.6。

[0131] 由于第二周期采样序列与基准序列A之间的互相关因子0.6大于第一周期采样序列与基准序列A之间的互相关因子0.5,因此,可判断第二周期的采样序列更接近于基准序列A。

[0132] 但是若在上述公式(1)中不引入权重因子 ω_{Bi} ,即根据下述公式(3)进行计算时:

[0133]
$$\alpha_{AB} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\min(A_i, B_i)}{\max(A_i, B_i)} \right) \dots \dots \dots (3)$$

[0134] 根据公式(3)所得到的上述例子中第一周期采样序列与基准序列A之间的互相关因子为0.5,根据公式(3)所得到的上述例子中第二周期采样序列与基准序列A之间的互相关因子也为0.5,可见,通过上述公式(3)所判定的第一周期采样序列与第二后期采样序列均同等程度上的接近于基准序列A,但通过肉眼观察发明,第二周期采样序列明显更相似于基准序列A,可见,上述公式(3)所计算出的结果不精确。

[0135] 当依据上述公式(1)计算出第二周期采样序列与基准序列A之间的互相关因子0.6大于第一周期采样序列与基准序列A之间的互相关因子0.5,因此,可判断第二周期的采样序列更接近于基准序列A,这与实际观察得到的结果也更为接近。且进一步由于基准序列A为第一均值序列,因此,当第二周期的采样序列更接近于基准序列A时,说明第二周期的采样序列相比基准序列A来说波动性更小。

[0136] 再举一个例子详细说明采样数据确定M个周期的采样序列的相似性集合的具体步骤:

[0137] 首先,对采样数据进行重新切片重组,假设采样七天,每天为一个周期,每天中每个小时采样一次,即每天采样24个数据,每个周期的24个采样数据组成一个采样序列,则采样数据所组成的矩阵如下:

[0138]
$$\begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & \dots & D_{1i} & \dots & D_{124} \\ D_{21} & D_{22} & \dots & D_{2i} & \dots & D_{224} \\ D_{31} & D_{32} & \dots & D_{3i} & \dots & D_{324} \\ D_{41} & D_{42} & \dots & D_{4i} & \dots & D_{424} \\ D_{51} & D_{52} & \dots & D_{5i} & \dots & D_{524} \\ D_{61} & D_{62} & \dots & D_{6i} & \dots & D_{624} \\ D_{71} & D_{72} & \dots & D_{7i} & \dots & D_{724} \end{bmatrix}$$

[0139] 其中, D_{ji} 表示第j个周期的第i个采样数据,j的取值范围为[1,7],i的取值范围为[1,24]。

[0140] 第二,计算第一均值序列,第一均值序列第k个数据为第一至第M周期的采样序列中第k次采样数据的平均值,其中,M等于7, $1 \leq k \leq N$,N为24,假设第一均值序列为 $\{\bar{D}_{01}, \bar{D}_{02}, \bar{D}_{03}, \dots, \bar{D}_{0i}, \dots, \bar{D}_{024}\}$,

[0141] 其中,
$$\bar{D}_{0i} = \frac{\sum_{j=1}^7 D_{ji}}{7} = \frac{D_{1i} + D_{2i} + D_{3i} + D_{4i} + D_{5i} + D_{6i} + D_{7i}}{7}$$
 以 $\bar{D}_{01}, \bar{D}_{02}, \bar{D}_{03}$ 的计算进行

示例如下:

[0142]

$$\bar{D}_{01} = \frac{\sum_{j=1}^7 D_{j1}}{7} = \frac{D_{11} + D_{21} + D_{31} + D_{41} + D_{51} + D_{61} + D_{71}}{7}; \quad \bar{D}_{02} = \frac{\sum_{j=1}^7 D_{j2}}{7}; \quad \bar{D}_{03} = \frac{\sum_{j=1}^7 D_{j3}}{7}。$$

[0143] 第三,计算每个周期的采样序列和第一均值序列之间的互相关因子,得到互相关

因子集合：

$$[0144] \quad \left\{ \alpha_{00}, \sum_{j=1}^7 \alpha_{0j} \right\} = \{ \alpha_{00}, \alpha_{01}, \alpha_{02}, \alpha_{03}, \alpha_{04}, \alpha_{05}, \alpha_{06}, \alpha_{07} \};$$

[0145] 其中, α_{0j} 表示第一均值序列与第 j 个周期的采样序列之间的互相关因子, α_{00} 表示第一均值序列与第一均值序列之间的互相关因子, 由于第一均值序列与第一均值序列完全相同, 因此 α_{00} 为 1; $\{ \alpha_{01}, \alpha_{02}, \alpha_{03}, \alpha_{04}, \alpha_{05}, \alpha_{06}, \alpha_{07} \}$ 这七个元素均依据公式 (1) 进行计算, 在此不再详述。

[0146] α_{01} 表示第一均值序列与第一周期的采样序列之间的互相关因子; α_{02} 表示第一均值序列与第二周期的采样序列之间的互相关因子; α_{03} 表示第一均值序列与第三周期的采样序列之间的互相关因子; α_{04} 表示第一均值序列与第四周期的采样序列之间的互相关因子; α_{05} 表示第一均值序列与第五周期的采样序列之间的互相关因子; α_{06} 表示第一均值序列与第六周期的采样序列之间的互相关因子; α_{07} 表示第一均值序列与第七周期的采样序列之间的互相关因子。

[0147] 第四, 计算互相关因子集合中的八个元素的平均值 $\bar{\alpha}_0$ 。

$$[0148] \quad \text{其中, } \bar{\alpha}_0 = \frac{\alpha_{00} + \sum_{j=1}^7 \alpha_{0j}}{8} = \frac{\alpha_{00} + \alpha_{01} + \alpha_{02} + \alpha_{03} + \alpha_{04} + \alpha_{05} + \alpha_{06} + \alpha_{07}}{8}$$

[0149] 第五, 依据每个互相关因子与所述互相关因子的平均值的大小关系确定 M 个周期的采样序列的相似性集合。针对每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子, 将小于 M 个互相关因子的平均值的互相关因子所对应的周期设置在第一相似性集合内, 否则, 则设置在第二相似性集合内。

[0150] 假设互相关因子集合中的五个元素 $\alpha_{01}, \alpha_{02}, \alpha_{03}, \alpha_{04}, \alpha_{05}$ 均大于互相关因子集合中的八个元素的平均值 $\bar{\alpha}_0$, 由于 $\alpha_{01}, \alpha_{02}, \alpha_{03}, \alpha_{04}, \alpha_{05}$ 分别表示第一采样周期至第五采样周期与第一均值序列之间的互相关因子, 因此将 $\alpha_{01}, \alpha_{02}, \alpha_{03}, \alpha_{04}, \alpha_{05}$ 所对应的第一采样周期至第五采样周期中的采样数据设置在第二相似性集合内; 假设 α_{06}, α_{07} 均小于互相关因子集合中的八个元素的平均值 $\bar{\alpha}_0$, 由于 α_{06}, α_{07} 分别表示第六采样周期至第七采样周期与第一均值序列之间的互相关因子, 因此将 α_{06}, α_{07} 所对应的第六采样周期至第七采样周期中的采样数据设置在第一相似性集合内。

[0151] 由于 $\alpha_{01}, \alpha_{02}, \alpha_{03}, \alpha_{04}, \alpha_{05}$ 均大于 $\bar{\alpha}_0$, 因此第二相似性集合内的采样周期的采样数据均接近于第一均值序列, 即第二相似性集合内的采样周期的采样数据与第一均值序列相比, 波动性较小; 而由于 α_{06}, α_{07} 均小于 $\bar{\alpha}_0$, 因此, 第一相似性集合内的采样周期的采样数据与第一均值序列相比, 波动性较大。且 α_{06}, α_{07} 与 $\bar{\alpha}_0$ 的差异越大, 则第一相似性集合内的采样周期的采样数据与第一均值序列相比, 波动性越大。

[0152] 结合实际生活例子中, 可推测出第一相似性集合内的采样周期的采样数据表征双休日或节假日的流量数据; 而第二相似性集合内的采样周期的采样数据表征工作日的流量数据。

[0153] 具体实施中, 当第一相似性集合内的采样周期的采样数据与第一均值序列相比,

波动性越大时,此时当某个采样周期内所测得的宽带利用率大于极限值时,因为数据波动性较大时,宽带利用率大于极限值的情况可能是偶尔发生,因此,建议不需扩大网络宽带容量。而当第一相似性集合内的采样周期的采样数据与第一均值序列相比,差异性较小,即采样数据波动性较小时,此时当某个采样周期内所测得的宽带利用率大于极限值时,因为数据波动性较小时,宽带利用率大于极限值的情况可能是频繁稳定的发生,因此,建议扩大网络宽带容量。

[0154] 可见,由于M个周期的采样序列的相似性集合可反映出M个周期的采样数据之间的相似性,且进一步由于依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估,即通过两个维度对链路质量进行评估,从而增加了评估链路质量的维度,提升了链路质量评估的全面性和准确性。

[0155] 较佳的,为了进一步提升链路质量评估的准确性,可再增加一维评估链路质量的因素:待评估链路中不同类型用户的用户数量比例。

[0156] 具体来说,依据采样数据以及M个周期的采样序列的相似性集合,确定待评估链路中不同类型用户的用户数量比例;至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合,以及待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,对待评估链路进行质量评估。

[0157] 依据采样数据确定待评估链路不同类型用户的用户数量比例,具体包括:

[0158] 基于前述例子,具体说明待评估链路中不同类型用户的用户数量比例的确定方法:

[0159] 首先,前述假设七天的采样数据的矩阵为:

$$[0160] \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & \dots & D_{1i} & \dots & D_{124} \\ D_{21} & D_{22} & \dots & D_{2i} & \dots & D_{224} \\ D_{31} & D_{32} & \dots & D_{3i} & \dots & D_{324} \\ D_{41} & D_{42} & \dots & D_{4i} & \dots & D_{424} \\ D_{51} & D_{52} & \dots & D_{5i} & \dots & D_{524} \\ D_{61} & D_{62} & \dots & D_{6i} & \dots & D_{624} \\ D_{71} & D_{72} & \dots & D_{7i} & \dots & D_{724} \end{bmatrix}$$

[0161] 前述假设确定出的第一相似性集合中包括的为 α_{06}, α_{07} 所对应的第六采样周期至第七采样周期中的采样数据,第二相似性集合中包括的为 $\alpha_{01}, \alpha_{02}, \alpha_{03}, \alpha_{04}, \alpha_{05}$ 所对应的第一采样周期至第五采样周期中的采样数据。

[0162] 假设第一相似性集合为S,第二相似性集合为N。则集合S中所包括的采样数据为:

$$[0163] S = \begin{bmatrix} D_{61} & D_{62} & \dots & D_{6i} & \dots & D_{624} \\ D_{71} & D_{72} & \dots & D_{7i} & \dots & D_{724} \end{bmatrix}$$

[0164] 集合N中所包括的采样数据为:

$$[0165] N = \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & \dots & D_{1i} & \dots & D_{124} \\ D_{21} & D_{22} & \dots & D_{2i} & \dots & D_{224} \\ D_{31} & D_{32} & \dots & D_{3i} & \dots & D_{324} \\ D_{41} & D_{42} & \dots & D_{4i} & \dots & D_{424} \\ D_{51} & D_{52} & \dots & D_{5i} & \dots & D_{524} \end{bmatrix}$$

[0166] 第一步,计算第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第二均值序列;其中,第二均值序列中的第g个数据为第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第g次采样数据的平均值, $1 \leq g \leq N$;

[0167] 第二均值序列为 $\{\bar{S}_{01}, \bar{S}_{02}, \bar{S}_{03}, \dots, \bar{S}_{0g}, \dots, \bar{S}_{024}\}$;

[0168] 其中, $\bar{S}_{0g} = \frac{\sum_{j=6}^7 D_{jg}}{2} = \frac{D_{6g} + D_{7g}}{2}$; 以 $\bar{S}_{01}, \bar{S}_{02}, \bar{S}_{03}$ 的计算进行示例如下:

[0169] $\bar{S}_{01} = \frac{\sum_{j=6}^7 D_{j1}}{2} = \frac{D_{61} + D_{71}}{2}$; $\bar{S}_{02} = \frac{\sum_{j=6}^7 D_{j2}}{2}$; $\bar{S}_{03} = \frac{\sum_{j=6}^7 D_{j3}}{2}$ 。

[0170] 第二步,计算第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第三均值序列;其中,第三均值序列中的第h个数据为第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第h次采样数据的平均值, $1 \leq h \leq N$;

[0171] 第三均值序列为 $\{\bar{N}_{01}, \bar{N}_{02}, \bar{N}_{03}, \dots, \bar{N}_{0h}, \dots, \bar{N}_{024}\}$;

[0172] 其中, $\bar{N}_{0h} = \frac{\sum_{j=1}^5 D_{jh}}{5} = \frac{D_{1h} + D_{2h} + D_{3h} + D_{4h} + D_{5h}}{5}$; 以 $\bar{N}_{01}, \bar{N}_{02}, \bar{N}_{03}$ 的计算进行示例如下:

下:

[0173] $\bar{N}_{01} = \frac{\sum_{j=1}^5 D_{j1}}{5} = \frac{D_{11} + D_{21} + D_{31} + D_{41} + D_{51}}{5}$; $\bar{N}_{02} = \frac{\sum_{j=1}^5 D_{j2}}{5}$; $\bar{N}_{03} = \frac{\sum_{j=1}^5 D_{j3}}{5}$ 。

[0174] 第三步,计算第二均值序列与第三均值序列之间的的互相关因子。即计算 $\{\bar{S}_{01}, \bar{S}_{02}, \bar{S}_{03}, \dots, \bar{S}_{0g}, \dots, \bar{S}_{024}\}$ 与 $\{\bar{N}_{01}, \bar{N}_{02}, \bar{N}_{03}, \dots, \bar{N}_{0h}, \dots, \bar{N}_{024}\}$ 的互相关因子,基于公式(1) 进行计算,此时可选择任一序列作为基准序列,并计算该序列的权值。

[0175] 例如,假设选择第二均值序列作为基准序列,计算 $\{\bar{S}_{01}, \bar{S}_{02}, \bar{S}_{03}, \dots, \bar{S}_{0g}, \dots, \bar{S}_{024}\}$ 与 $\{\bar{N}_{01}, \bar{N}_{02}, \bar{N}_{03}, \dots, \bar{N}_{0h}, \dots, \bar{N}_{024}\}$ 的互相关因子,则需先依据第二均值序列 $\{\bar{S}_{01}, \bar{S}_{02}, \bar{S}_{03}, \dots, \bar{S}_{0g}, \dots, \bar{S}_{024}\}$ 并结合公式(2) 计算第二均值序列中的每一个元素的权重因子,接着结合公式(1),并基于算出的第二均值序列中的每一个元素的权重因子,计算第二均值序列与第三均值序列的互相关因子 S_{std} 。

[0176] 第四步,确定第二均值序列中所有元素的平均值与第三均值序列中的所有元素的平均值的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

[0177] 较佳的,计算出第二均值序列中所有元素的平均值与第三均值序列中的所有元素的平均值的比值,所得结果即为待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

[0178] 结合第三步中的例子,计算第二均值序列中所有元素的平均值,计算公式如下:

[0179] 第二均值序列中所有元素的平均值 = $\frac{(\bar{S}_{01} + \bar{S}_{02} + \bar{S}_{03} + \dots + \bar{S}_{0g} + \dots + \bar{S}_{024})}{24}$

[0180] 计算第三均值序列中所有元素的平均值,计算公式如下:

$$[0181] \quad \text{第三均值序列中所有元素的平均值} = \frac{(\bar{N}_{01} + \bar{N}_{02} + \bar{N}_{03} + \dots + \bar{N}_{0g} + \dots + \bar{N}_{024})}{24}$$

[0182] 该计算出的第二均值序列中的所有元素的平均值与第三均值序列中的所有元素的平均值的比值即为不同类型用户的用户数量比例。

[0183] 第四步可进行细化,具体来说,可结合生活中常规模型,合理假设待评估链路中的用户类型,例如假设待评估链路中的用户类型分别为家庭用户和政企用户。并结合所合理规定的一周的观察周期可确定出,第一相似性集合内的采样数据表征的是双休日或节假日内的采样数据,第二相似性集合内的采样数据表征的是工作日的内的采样数据,由于常规情况下,家庭用户双休日或节假日产生的流量较多,而工作日内政企用户所产生的流量较多,因此第二均值序列中所有元素的平均值与第三均值序列中的所有元素的平均值的比值所确定出的不同类型用户的用户数量比例即为家庭用户与政企用户的数量比例。

[0184] 较佳的,为了进一步提高用户数量比例的精确性,可进一步进行更详细的计算,将上述第四步中评估链路不同类型用户的用户数量比例的步骤进行进一步的细化,如下述第五步中所示:

[0185] 第五步,将第二均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;将第三均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;其中,X为大于1的整数;

[0186] 针对第二均值序列中的X个采样序列和第三均值序列中的X个采样序列,计算第二均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列与第三均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列之间的互相关因子,确定出第二均值序列中的X个采样序列与第三均值序列中的X个采样序列之间的最小的互相关因子;

[0187] 计算所述最小的互相关因子在所述第二均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值与所述最小的互相关因子在所述第三均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值之间的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

[0188] 结合第三步中的第二均值序列 $\{\bar{S}_{01}, \bar{S}_{02}, \bar{S}_{03}, \dots, \bar{S}_{0g}, \dots, \bar{S}_{024}\}$ 和第三均值序列 $\{\bar{N}_{01}, \bar{N}_{02}, \bar{N}_{03}, \dots, \bar{N}_{0g}, \dots, \bar{N}_{024}\}$ 举例如下:

[0189] 首先建立模型,假设链路中典型数据类型分别为家庭用户以及政企用户,本发明实施例中的所规定的常规观察周期为一周,包括五个工作日和两天双休日或节假日,因此所确定出的第二相似性集合内的采样数据所表征的是工作日内的采样数据,由第二相似性集合内的采样数据所确定出的第二均值序列所表征的是工作日内的采样数据;并称第二均值序列所表征的采样时间的区间为非奇异区间;第一相似性集合内的采样数据所表征的双休日内的采样数据,并称第一相似性集合所表征的采样时间的区间为奇异区间。

[0190] 工作日中典型用户的一周流量模型如图4a至4c所示:图4a为本发明实施例提供的工作日中政企用户的流量模型示意图;图4b为本发明实施例提供的工作日中家庭用户的流量模型示意图;图4c为本发明实施例提供的工作日中政企用户和家庭用户的总流量模型示意图。

[0191] 图4a示出了政企用户在工作日内的6点至18点内产生的数据流量较大,而如图4b

所示,家庭用户在工作日内的0点至6点,以及18点至24点产生的数据流量较大,在待评估链路中所测得的家庭用户和政企用户在某一个工作日内所产生的总流量如图4c所示。

[0192] 而在双休日或节假日期间,则采样所得到的流量主要由家庭用户产生,即第一相似性集合内的采样数据主要由家庭用户产生。

[0193] 依据上述论述,建立家庭用户与政企用户的流量分布规律表,如表1所示:

[0194] 表1家庭用户与政企用户的一周流量分布规律表

[0195]

均值序列	对均值序列分别依据采样时间顺序分割为四段,形成四个采样序列		流量强度等级	
	均值序列内的采样序列的段	均值序列内的采样序列的段所对应的时间段	政企用户	家庭用户
第二均值序列 (表征双休日或节假日)	第一段采样序列	0点-6点	1	2
	第二段采样序列	7点-12点	1	2
	第三段采样序列	13点-18点	1	2
	第四段采样序列	19点-24点	1	3
第三均值序列 (表征工作日)	第一段采样序列	0点-6点	1	2
	第二段采样序列	7点-12点	3	1
	第三段采样序列	13点-18点	3	1

[0196]

	第四段采样序列	19点-24点	2	3
--	---------	---------	---	---

[0197] 以表1中的第一行为例进行示例性介绍,第一行表示,第二均值序列中的采样数据所表征的是双休日或节假日,由于采样时是每隔一个小时进行采样的,因此将第二均值序列按采样时间顺序分割为四段,并形成四段采样序列,每段采样序列均对应一个时间段,例如第二均值序列中的第一段采样序列即对应时间为双休日或节假日的0点至6点,在这个时间段内家庭用户所产生的流量强度为2,政企用户产生的流量强度为1,明显在双休日或节假日的0点至6点,家庭用户所产生的流量强度大于政企用户产生的流量强度。表1中的其它行的内容的意义与上述内容类似,在此不再一一列举。

[0198] 通过上述模型的建立,接着对第二均值序列和第三均值序列进行分割,分别按采样时间顺序依次分割为4段,各个段所表示的时间点如表1所示。

[0199] 将第二均值序列 $\{\bar{S}_{01}, \bar{S}_{02}, \bar{S}_{03}, \dots, \bar{S}_{0g}, \dots, \bar{S}_{024}\}$ 分割为四段采样序列之后,每段作为一行,将第二均值序列转换为四乘六的矩阵,如下所示:

$$[0200] \quad \text{第二均值序列矩阵} = \begin{bmatrix} \bar{S}_{01} & \bar{S}_{02} & \bar{S}_{03} & \bar{S}_{04} & \bar{S}_{05} & \bar{S}_{06} \\ \bar{S}_{07} & \bar{S}_{08} & \bar{S}_{09} & \bar{S}_{010} & \bar{S}_{011} & \bar{S}_{012} \\ \bar{S}_{013} & \bar{S}_{014} & \bar{S}_{015} & \bar{S}_{016} & \bar{S}_{017} & \bar{S}_{018} \\ \bar{S}_{019} & \bar{S}_{020} & \bar{S}_{021} & \bar{S}_{022} & \bar{S}_{023} & \bar{S}_{024} \end{bmatrix}$$

[0201] 将第三均值序列 $\{\bar{N}_{01}, \bar{N}_{02}, \bar{N}_{03}, \dots, \bar{N}_{06}, \dots, \bar{N}_{024}\}$ 分割为四段采样序列之后, 每段作为一行, 将第三均值序列转换为四乘六的矩阵, 如下所示:

$$[0202] \quad \text{第三均值序列矩阵} = \begin{bmatrix} \bar{N}_{01} & \bar{N}_{02} & \bar{N}_{03} & \bar{N}_{04} & \bar{N}_{05} & \bar{N}_{06} \\ \bar{N}_{07} & \bar{N}_{08} & \bar{N}_{09} & \bar{N}_{010} & \bar{N}_{011} & \bar{N}_{012} \\ \bar{N}_{013} & \bar{N}_{014} & \bar{N}_{015} & \bar{N}_{016} & \bar{N}_{017} & \bar{N}_{018} \\ \bar{N}_{019} & \bar{N}_{020} & \bar{N}_{021} & \bar{N}_{022} & \bar{N}_{023} & \bar{N}_{024} \end{bmatrix}$$

[0203] 分别计算第二均值序列矩阵与第三均值序列均值中的每一行的所有元素的平均值, 如下所示:

$$[0204] \quad \text{第二均值序列矩阵每一行元素的平均值矩阵} = \begin{bmatrix} I_{\bar{S}_{-1}} \\ I_{\bar{S}_{-2}} \\ I_{\bar{S}_{-3}} \\ I_{\bar{S}_{-4}} \end{bmatrix}$$

$$[0205] \quad \text{上式中} \quad I_{\bar{S}_{-1}} = \frac{\sum_{g=1}^6 \bar{S}_{0g}}{6}, \quad I_{\bar{S}_{-2}} = \frac{\sum_{g=7}^{12} \bar{S}_{0g}}{6}, \quad I_{\bar{S}_{-3}} = \frac{\sum_{g=13}^{18} \bar{S}_{0g}}{6}, \quad I_{\bar{S}_{-4}} = \frac{\sum_{g=19}^{24} \bar{S}_{0g}}{6}。$$

$$[0206] \quad \text{第三均值序列矩阵每一行元素的平均值矩阵} = \begin{bmatrix} I_{\bar{N}_{-1}} \\ I_{\bar{N}_{-2}} \\ I_{\bar{N}_{-3}} \\ I_{\bar{N}_{-4}} \end{bmatrix}$$

$$[0207] \quad \text{上式中} \quad I_{\bar{N}_{-1}} = \frac{\sum_{h=1}^6 \bar{N}_{0h}}{6}, \quad I_{\bar{N}_{-2}} = \frac{\sum_{h=7}^{12} \bar{N}_{0h}}{6}, \quad I_{\bar{N}_{-3}} = \frac{\sum_{h=13}^{18} \bar{N}_{0h}}{6}, \quad I_{\bar{N}_{-4}} = \frac{\sum_{h=19}^{24} \bar{N}_{0h}}{6}。$$

[0208] 依据第二均值序列矩阵每一行元素的平均值和第三均值序列矩阵每一行元素的平均值, 并结合表2确定第二均值序列矩阵中的每一行元素的平均值和第三均值序列矩阵中的每一行元素的平均值所表征的一段采样时间内, 对数据流量起主导作用的用户类型。

[0209] 并需计算第二均值序列矩阵每一行元素的平均值和第三均值序列矩阵每一行元素的平均值之间的互相关因子, 并将该第二均值序列矩阵每一行元素的平均值和第三均值序列矩阵每一行元素的平均值之间的互相关因子与第一阈值进行比较, 以辅助判断对数据流量起主导作用的用户类型。其中, 第一阈值为经验值, 可由用户自行定夺, 本发明实施例中假设将第一阈值定为0.85, 若第二均值序列中行元素第三均值序列中行元素的互相关因子小于第一阈值, 则说明第二均值序列中的该行与第三均值序列中的该行之间的差异性较大, 且第二均值序列中的行元素与第三均值序列中的行元素之间的互相关因子越小, 则

说明第二均值序列中的该行与第三均值序列中的该行之间的差异性越大。进一步第二均值序列中的行元素与第三均值序列中的行元素之间的差异性越大，则越能反映待评估链路中的不同类型用户的用户数量比例。

[0210] 表2起主导作用的用户类型

[0211]

差异性	流量关系	起主导作用的用户类型	
		$I_{S,r}$ 所表征的采样时间内对流量起主导作用的用户	$I_{N,r}$ 所表征的采样时间内对流量起主导作用的用户
第二均值序列中的行元素与第三均值序列中的行元素之间的的互相关因子小于第一阈值(第一阈值假设为 0.85) 时	$I_{S,r} > I_{N,r}$ r 的取值范围[1,4]	家庭用户	不确定
	$I_{S,r} \leq I_{N,r}$ r 的取值范围[1,4]	不确定	政企用户
第二均值序列中的行元素与第三均值序列中的行元素之间的的互相关因子不小于第一阈值(第一阈值假设为 0.85) 时		不确定	不确定

[0212] 表2中，当第二均值序列行元素与第三均值序列行元素之间的的互相关因子小于第一阈值(第一阈值假设为0.85)时，r的取值范围为[1,4]，若 $I_{S,r}$ 此时的流量大于 $I_{N,r}$ ，则由于 $I_{S,r}$ 所表征的采样时间内为双休日或节假日，因此在 $I_{S,r}$ 所表征的采样时间内产生采样流量的主要用户类型为家庭用户，即对流量起主导作用的用户为家庭用户；而由于 $I_{N,r}$ 较

小,且 $I_{N,r}$ 表征的是工作日时间段的数据流量,因此 $I_{N,r}$ 所表征的采样时间内产生采样流量的主要用户类型不能确定,可能由政企用户和家庭用户混合组成。

[0213] 表2中,当第二均值序列行元素与第三均值序列行元素之间的的互相关因子小于第一阈值(第一阈值假设为0.85)时, r 的取值范围为 $[1,4]$,若 $I_{S,r}$ 此时的流量不大于 $I_{N,r}$,则由于 $I_{S,r}$ 的值较小,且由于 $I_{S,r}$ 所表征的采样时间内为双休日或节假日,因此在 $I_{S,r}$ 所表征的采样时间内产生采样流量的主要用户类型不确定,即对流量起主导作用的用户类型不确定,可能是较小的家庭用户,也可能是较少的政企用户;而由于 $I_{N,r}$ 较大,且 $I_{N,r}$ 表征的是工作日时间段的数据流量,因此 $I_{N,r}$ 所表征的采样时间内产生采样流量的主要用户类型为政企用户,即对流量起主导作用的用户类型为政企用户。

[0214] 表2中,当第二均值序列行元素与第三均值序列行元素之间的的互相关因子不小于第一阈值(第一阈值假设为0.85)时,由于第二均值序列所表征的采样数据与第三均值序列所表征的采样数据之间的差异性较小,因此无法判断各个采样时间段内对采样流量起主导作用的用户类型。

[0215] 依据表2内容,将第二均值序列矩阵每一行元素的平均值所对应的用户类型进行标记,假设第二均值序列与第三均值序列之间的的互相关因子小于第一阈值(第一阈值假设为0.85),且假设 $I_{S_1} > I_{N_1}$, $I_{S_2} < I_{N_2}$, $I_{S_3} < I_{N_3}$, $I_{S_4} > I_{N_4}$,由此可判断出各个采样数据所表征的采样时间段内的用户类型,如表3所示:

[0216] 表3基于表2对第二均值序列矩阵中每一行元素的平均值以及第三均值序列矩阵中每一行元素的平均值所对应的用户类型

[0217]

假设条件	第二均值序列矩阵中每一行	第二均值序列矩阵中每一行元素的平均值所表征	第三均值序列矩阵中每一行	第三均值序列矩阵中每一行元素的平均值所表征
------	--------------	-----------------------	--------------	-----------------------

[0218]

		元素的平 均值	的采样时间内对 流量起主导作用 的用户类型	元素的平 均值	的采样时间内对 流量起主导作用 的用户类型
第二均值序 列与第三均 值序列之间 的互相关 因子小于第 一阈值（第 一阈值假设 为 0.85）	$I_{S_1} > I_{N_1}$	I_{S_1}	家庭用户	I_{N_1}	不确定
	$I_{S_2} < I_{N_2}$	I_{S_2}	不确定	I_{N_2}	政企用户
	$I_{S_3} < I_{N_3}$	I_{S_3}	不确定	I_{N_3}	政企用户
	$I_{S_4} > I_{N_4}$	I_{S_4}	家庭用户	I_{N_4}	不确定

[0219] 如表3所示,确定出第二均值序列矩阵中每一行元素的平均值所表征的采样时间内对流量起主导作用的用户类型,以及第三均值序列矩阵中每一行元素的平均值所表征的采样时间内对流量起主导作用的用户类型之后,针对第二均值序列中的四个采样序列和第三均值序列中的四个采样序列,计算第二均值序列中的四个采样序列中的每个采样序列与第三均值序列中的四个采样序列中的每个采样序列之间的互相关因子。即依据公式(1)计算第二均值序列矩阵中的每一行元素与第三均值序列矩阵中的每一行元素之间的互相关因子。

[0220] 已知第二均值序列矩阵=

$$\begin{bmatrix} \bar{S}_{01} & \bar{S}_{02} & \bar{S}_{03} & \bar{S}_{04} & \bar{S}_{05} & \bar{S}_{06} \\ \bar{S}_{07} & \bar{S}_{08} & \bar{S}_{09} & \bar{S}_{010} & \bar{S}_{011} & \bar{S}_{012} \\ \bar{S}_{013} & \bar{S}_{014} & \bar{S}_{015} & \bar{S}_{016} & \bar{S}_{017} & \bar{S}_{018} \\ \bar{S}_{019} & \bar{S}_{020} & \bar{S}_{021} & \bar{S}_{022} & \bar{S}_{023} & \bar{S}_{024} \end{bmatrix},$$

[0221] 第三均值序列矩阵=

$$\begin{bmatrix} \bar{N}_{01} & \bar{N}_{02} & \bar{N}_{03} & \bar{N}_{04} & \bar{N}_{05} & \bar{N}_{06} \\ \bar{N}_{07} & \bar{N}_{08} & \bar{N}_{09} & \bar{N}_{010} & \bar{N}_{011} & \bar{N}_{012} \\ \bar{N}_{013} & \bar{N}_{014} & \bar{N}_{015} & \bar{N}_{016} & \bar{N}_{017} & \bar{N}_{018} \\ \bar{N}_{019} & \bar{N}_{020} & \bar{N}_{021} & \bar{N}_{022} & \bar{N}_{023} & \bar{N}_{024} \end{bmatrix},$$

[0222] 依据上述第二均值序列矩阵和第三均值序列矩阵,并结合公式(1)进行计算时,可选取任意一个进行计算的序列为基准序列,即可选取任意一个进行计算的序列为计算权重因子的序列,举一个例子,假设依据公式(1)计算第二均值序列矩阵中的第三行元素与第三均值序列矩阵中的第二行元素之间的互相关因子时,可选取第二均值序列矩阵中的第三行元素作为基准序列,并依据第二均值序列均值中的第三行元素结合公式(2)计算权重因子,继而结合公式(1)计算第二均值序列矩阵中的第三行元素与第三均值序列矩阵中的第二行元素之间的互相关因子。

[0223] 通过上述计算,共得到第二均值序列矩阵每一行元素与第三均值序列矩阵每一行

元素之间16个互相关因子,并从该16个互相关因子中确定出数值最小的互相关因子,接着确定出该最小的互相关因子在第二均值序列矩阵中所对应的采样序列,为描述方便,将该序列定义为第八采样序列,以及该最小的互相关因子在第三均值序列矩阵中所对应的采样序列,为描述方便,将该序列定义为第九采样序列。假设第八采样序列为第二均值序列矩阵中的第一行元素,第九采样序列为第三均值序列矩阵中的第三行元素,则继而计算第八采样序列中的采样数据的平均值与第九采样序列中的采样数据的平均值之间的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

[0224] 较佳的,由于前述部分对第二均值序列矩阵中的各行元素的平均值以及第三均值序列矩阵中的各行元素的平均值所表征的采样时间内对流量起主要作用的用户类型做了标记,如表3所示,可看出第八采样序列为第二均值序列矩阵中的第一行元素时,第八采样序列中的采样数据所表征的采样时间段内对流量起主导作用的用户类型为家庭用户,第九采样序列为第三均值序列矩阵中的第三行元素时,第九采样序列中的采样数据所表征的采样时间段内对流量起主导作用的用户类型为政企用户。因此,计算出的第八采样序列中的采样数据的平均值与第九采样序列中的采样数据的平均值之间的比值即为家庭用户类型与政企用户类型之间的用户数量的比值。

[0225] 较佳的,本发明实施例还提供一种修正算法,以便对第五步中计算出的用户数量的比值进行修正,以便使计算出的用户类型数量比值更接近实际值,具体介绍详见第六步。

[0226] 第六步,当共得到第二均值序列矩阵每一行元素与第三均值序列矩阵每一行元素之间16个互相关因子,并从该16个互相关因子中确定出数值最小的互相关因子时,依据该最小的互相关因子,确定出该最小的互相关因子所对应的第二均值序列矩阵中的第八采样序列和第三均值序列矩阵中的第九采样序列,并结合表3,确定出第八采样序列的所有元素的平均值所表征的采样时间内对流量起主导作用的用户类型,以及第九采样序列的所有元素的平均值所表征的采样时间内对流量起主导作用的用户类型,结合不同的用户类型依据表4中的不同的公式计算家庭用户和政企用户的比例,表4中的的公式中的 I_8 表示第二均值序列矩阵中的第八采样序列的所有元素的平均值, I_9 表示第三均值序列矩阵中的第九采样序列的所有元素的平均值, $S_{8,9}$ 表示第八采样序列与第九采样序列之间的互相关因子:

[0227] 表4用户类型比例值修正计算表

[0228]

家庭用户与政企用户的比值		第九采样序列的所有元素的平均值所表征的采样时间内对流量起主导作用的用户类型		
		家庭用户	政企用户	不确定
第八采样序列的所有元素的平均值所表征的采样时间内对流量起主导作用的用户类型	家庭用户	$\frac{\max(I_8, I_9) \times S_{8,9}}{\min(I_8, I_9) \times (1 - S_{8,9})}$	$\frac{I_8}{I_9}$	$\frac{I_8}{I_9 \times (1 - S_{8,9})}$
	政企用户	$\frac{I_9}{I_8}$	$\frac{\min(I_8, I_9) \times (1 - S_{8,9})}{\max(I_8, I_9) \times S_{8,9}}$	$\frac{I_9 \times (1 - S_{8,9})}{I_8}$
	不确定	$\frac{I_9}{I_8 \times (1 - S_{8,9})}$	$\frac{I_9 \times (1 - S_{8,9})}{I_8}$	$\frac{\max(I_8, I_9) \times S_{8,9}}{\min(I_8, I_9) \times (1 - S_{8,9})}$

[0229] 以表4中的包含公式 $\frac{\min(I_8, I_9) \times (1 - S_{8,9})}{\max(I_8, I_9) \times S_{8,9}}$ 的单元格的含义进行示例性阐述,其它单元格中包含公式的含义与其类似,不再赘述。依据表4所确定出的比值即为家庭用户与政企用户的比值,当依据表3确定出的第八采样序列的所有元素的平均值所表征的采样时间内对流量起主导作用的用户类型为政企用户时,且第九采样序列的所有元素的平均值所表征的采样时间内对流量起主导作用的用户类型也为政企用户时,依据公式

$\frac{\min(I_8, I_9) \times (1 - S_{8,9})}{\max(I_8, I_9) \times S_{8,9}}$ 进行计算,公式中 I_8 表示第二均值序列矩阵中的第八采样序列的所有元素的平均值, I_9 表示第三均值序列矩阵中的第九采样序列的所有元素的平均值, $S_{8,9}$ 表示第八采样序列与第九采样序列之间的互相关因子,所得到的结果即为该待评估链路中的家庭用户与政企用户的比值。

[0230] 通过该表4中的用户类型比例值修正计算表计算所得到的家庭用户与政企用户的比值与实际场景中的家庭用户与政企用户的比值的误差较小。本发明实施例中以常规用户行为特点为机场进行建模、推论及计算,而当有些实际情况下,用户行为比较复杂时,使用者可对上述修正公式进行修改,视实际情况而定,本发明实施例不做限制。

[0231] 综上所述,本发明实施例中对待评估链路中的不同类型用户的用户数量比例进行计算,进一步了解待评估链路中的内容,对评估链路质量起到积极的辅助作用。该用户数量比例判定方法在仅提供待评估链路中流量采样数据的前提下,通过建立家庭小区及政企用户的典型行为模型,结合M个周期的采样序列的相似性集合,对链路中不同类型用户的用户数量比例提供较准确的测算。

[0232] 较佳的,为了进一步提升链路质量评估的准确性,可再增加一维评估链路质量的

因素:超过告警阈值的采样数据所占的比例。

[0233] 本发明实施例从光通信、微波通信中引入半高全宽(Full width at half maximum,简称FWHM)方法。针对M个周期中的每个周期,采用FWHM 算法确定每个周期内的忙时时间段;统计每个周期内的忙时时间段内的采样数据超过告警阈值的次数;依据超过告警阈值的次数以及忙时时间段内的采样数据的总次数,确定采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例。

[0234] 具体来说,假设某个周期的采样数据的波形图如图5所示,图5为本发明实施例提供的忙时时间段判断方法示意图;图5的横轴标识采样时段,纵轴表示链路采样流量,则依据采样FWHM的算法在采样数据的波形图上的最低波谷处做切线L1,在采样数据的波形图上的最高波峰处做切线L2,L2平行于 L1,在L2在纵轴上的数值的一半的位置做L1的平行线L3,L3在采样数据的波形图上所截的横轴宽度即为忙时时间段,如图5所示的t1、t2、t3时间段均为通过FWHM定义出的该周期内的忙时区域,图中的 $t1 \cup t2 \cup t3$ 表示通过 FWHM定义出的该周期内的忙时区域为t1、t2、t3时间段的总和。

[0235] 本发明实施例中通过FWHM算法将忙时时间段凸显出来之后,统计每个周期内的忙时时间段内的采样数据超过告警阈值的次数,告警阈值为一经验值,可由用户自己定义,本发明实施例不做限制。依据超过告警阈值的次数以及忙时时间段内的采样数据的总次数,确定采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例。即在忙时时间段内超过告警阈值的次数与忙时时间段内的采样数据的总次数的比值即为采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例。

[0236] 较佳的,依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,以及超过告警阈值的采样数据所占的比例,对待评估链路进行质量评估。

[0237] 具体来说,超过告警阈值的采样数据所占的比例越大,则说明待评估链路的总体质量越低,则越需要增加待评估链路的容量。

[0238] 现有技术中,通过传统抽样的方法来观察采样数据中超过告警阈值的采样数据所占的比例,并进一步计算待评估链路的安全概率,该传统抽样方法所带来的误差比较大,而本发明实施例中将FWHM的算法与流量数据统计相结合,确定出忙时区域,重点观察忙时区域的数据流量情况,通过计算出的超过告警阈值的采样数据所占的比例,更加准确的评估链路的安全概率,增加了待评估链路的质量评估的准确性。

[0239] 较佳的,为了进一步提升链路质量评估的准确性,可再增加一维评估链路质量的因素:传输端口之间的负荷量比例。

[0240] 本发明实施例中依据待评估链路上的传输端口之间的负荷量比例判断出待评估链路上的流量均衡性,若待评估链路上的传输端口之间的负荷量比例相差较大,则需对待评估链路上的端口进行调节,以使待评估链路上的传输端口之间的负荷量近似相等。

[0241] 本发明实施例中判断出传输端口之间的负荷量比例之后,至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路不同类型用户的用户数量比例、采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例,以及传输端口之间的负荷量比例,对待评估链路进行质量评估。

[0242] 从上述内容可以看出:本发明实施例中,获取待评估链路在M个周期内的采样数

据,依据采样数据确定带宽利用率,以及M个周期的采样序列的相似性集合,至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估。由于M个周期的采样序列的相似性集合可反映出 M个周期的采样数据之间的相似性,且进一步由于依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估,即通过两个维度对链路质量进行评估,从而增加了评估链路质量的维度,提升了链路质量评估的全面性和准确性。

[0243] 基于相同的构思,如图6所示,图6为本发明实施例提供的一种链路质量评估设备的结构示意图。本发明实施例提供一种链路质量评估装置,包括获取单元601、确定单元602、评估单元603:

[0244] 获取单元601,用于获取待评估链路在M个周期内的采样数据,每个周期中包含N次采样数据,N次采样数据形成一个采样序列,M和N均大于等于1 的自然数;

[0245] 确定单元602,用于依据采样数据确定带宽利用率;依据采样数据确定M 个周期的采样序列的相似性集合;

[0246] 评估单元603,用于至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估。

[0247] 较佳的,确定单元602,还用于:

[0248] 依据采样数据以及M个周期的采样序列的相似性集合,确定待评估链路中不同类型用户的用户数量比例;

[0249] 至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估,具体包括:

[0250] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合,以及待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,对待评估链路进行质量评估。

[0251] 较佳的,确定单元602,具体用于:

[0252] 计算每个周期的采样序列和第一均值序列之间的互相关因子,并计算所得到的M+1个互相关因子的平均值;其中,第一均值序列第k个数据为第一至第M周期的采样序列中第k次采样数据的平均值, $1 \leq k \leq N$;

[0253] 依据每个互相关因子与互相关因子的平均值的大小关系确定M个周期的采样序列的相似性集合;

[0254] 其中,第一均值序列与第一均值序列之间的互相关因子为1;计算每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子所依据的公式为:

$$[0255] \quad \alpha_{AB} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\min(A_i, B_i)}{\max(A_i, B_i)} \omega_{Bi} \right)$$

[0256] 其中, α_{AB} 为第B个周期的采样序列与序列A之间的互相关因子,序列A 为第一均值序列; A_i 为序列A中的第i个元素,第i个元素为M个周期的采样序列内的第i次采样数据的平均值, B_i 为第B个周期中的第i次采样数据; ω_{Bi} 为第B个周期的采样序列中第i个采样数据的权重因子,

$$[0257] \quad \omega_{Bi} = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^N B_i}。$$

[0258] 较佳的,确定单元602,具体用于:

[0259] 针对每个周期的采样序列与第一均值序列之间的互相关因子,将小于M个互相关因子的平均值的互相关因子所对应的周期设置在第一相似性集合内,否则,则设置在第二相似性集合内。

[0260] 较佳的,确定单元,具体用于:

[0261] 计算第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第二均值序列;其中,第二均值序列中的第g个数据为第一相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第g次采样数据的平均值, $1 \leq g \leq N$;

[0262] 计算第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第三均值序列;其中,第三均值序列中的第h个数据为第二相似性集合内包括的所有周期的采样序列的第h次采样数据的平均值, $1 \leq h \leq N$;

[0263] 确定第二均值序列中所有元素的平均值与第三均值序列中的所有元素的平均值的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

[0264] 较佳的,确定单元602,具体用于:

[0265] 将第二均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;将第三均值序列中的所有元素依据采样时间顺序分割为X段,形成X个采样序列;其中,X为大于1的整数;

[0266] 针对第二均值序列中的X个采样序列和第三均值序列中的X个采样序列,计算第二均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列与第三均值序列中的X个采样序列中的每个采样序列之间的互相关因子,确定出第二均值序列中的X个采样序列与第三均值序列中的X个采样序列之间的最小的互相关因子;

[0267] 计算最小的互相关因子在第二均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值与最小的互相关因子在第三均值序列中所对应的采样序列的采样数据的平均值之间的比值,得到待评估链路不同类型用户的用户数量比例。

[0268] 较佳的,确定单元602,还用于:

[0269] 确定采样数据中超过告警阈值的采样数据所占的比例;

[0270] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合,以及待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,对待评估链路进行质量评估,具体包括:

[0271] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路中不同类型用户的用户数量比例,以及超过告警阈值的采样数据所占的比例,对待评估链路进行质量评估。

[0272] 较佳的,确定单元602,具体用于:

[0273] 针对M个周期中的每个周期,采用半高全宽FWHM算法确定每个周期内的忙时时间段;

[0274] 统计每个周期内的忙时时间段内的采样数据超过告警阈值的次数;

[0275] 依据超过告警阈值的次数以及忙时时间段内的采样数据的总次数,确定采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例。

[0276] 较佳的,确定单元602,还用于:

[0277] 依据采样数据确定传输端口之间的负荷量比例;

[0278] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路不同类型用户的用户数量比例,以及采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例,对待评估链路进行质量评估,具体包括:

[0279] 至少依据带宽利用率、M个周期的采样序列的相似性集合、待评估链路不同类型用户的用户数量比例、采样数据中超过告警阈值采样数据所占的比例,以及传输端口之间的负荷量比例,对待评估链路进行质量评估。

[0280] 从上述内容可以看出:本发明实施例中,获取待评估链路在M个周期内的采样数据,依据采样数据确定带宽利用率,以及M个周期的采样序列的相似性集合,至少依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估。由于M个周期的采样序列的相似性集合可反映出 M个周期的采样数据之间的相似性,且进一步由于依据带宽利用率以及M个周期的采样序列的相似性集合,对待评估链路进行质量评估,即通过两个维度对链路质量进行评估,从而增加了评估链路质量的维度,提升了链路质量评估的全面性和准确性。

[0281] 本领域内的技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、或计算机程序产品。因此,本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0282] 本发明是参照依据本发明实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 /或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/ 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0283] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0284] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0285] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0286] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包括这些改动和变型在内。

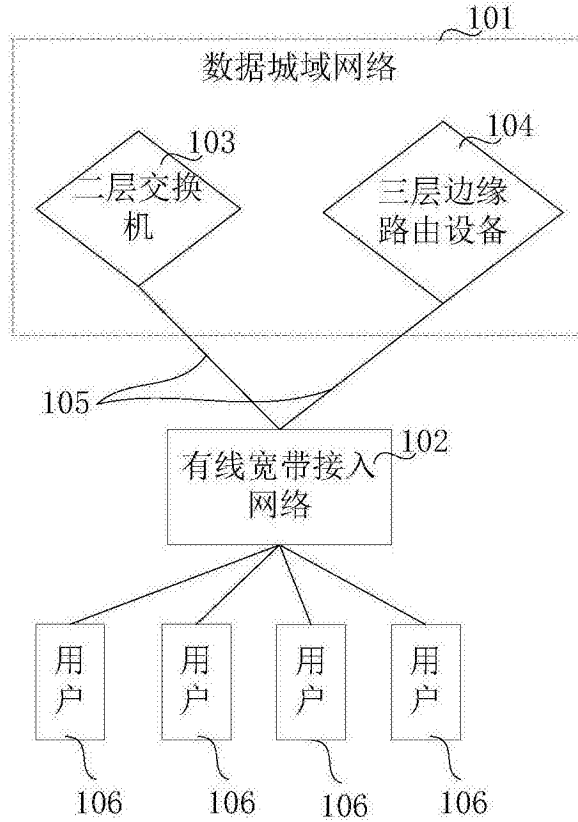


图1

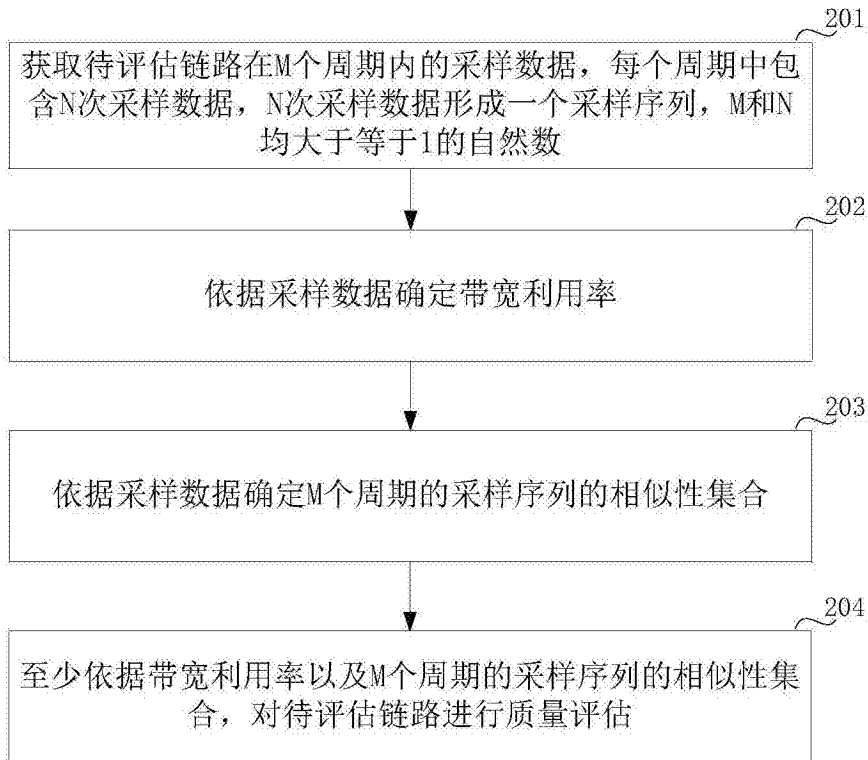


图2

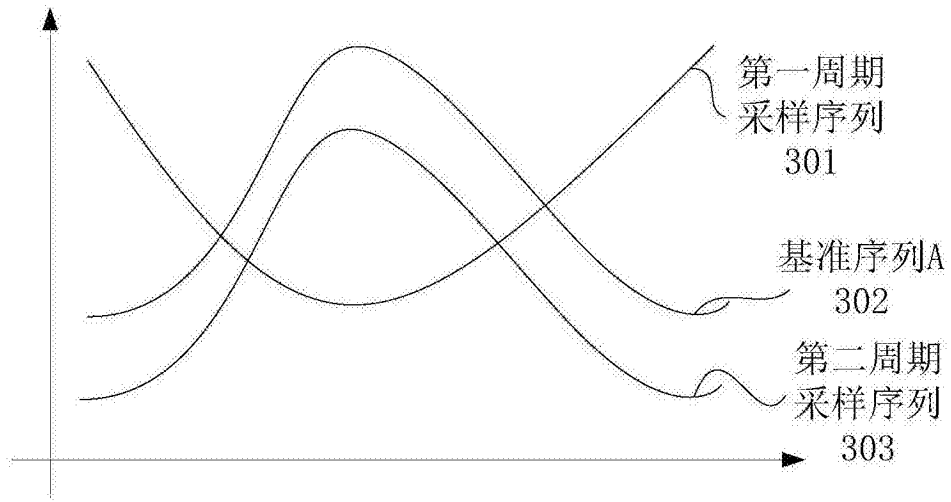


图3

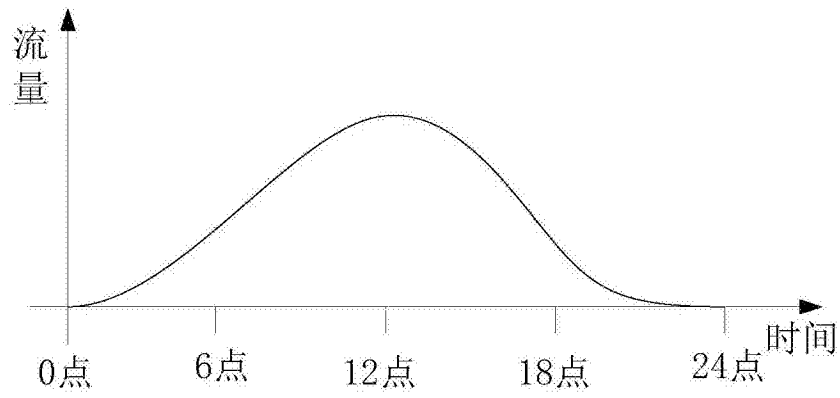


图4a

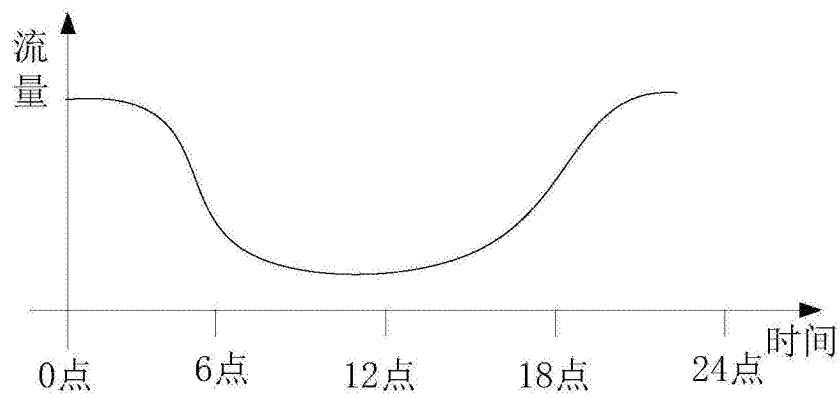


图4b

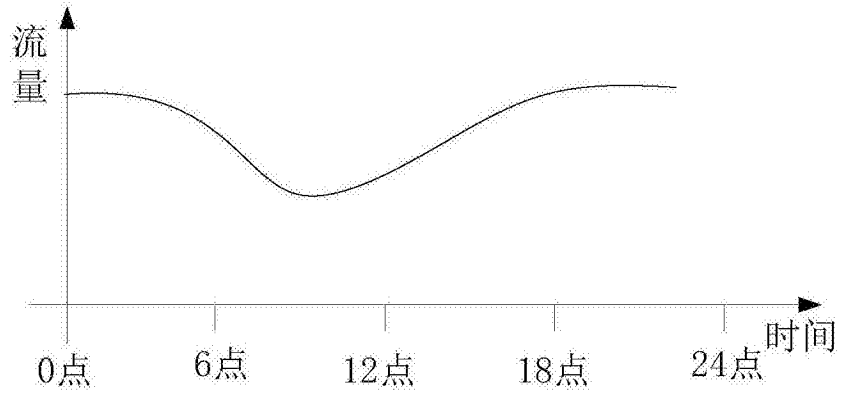


图4c

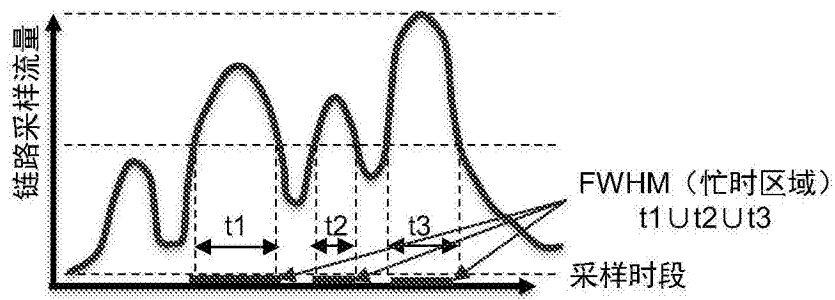


图5

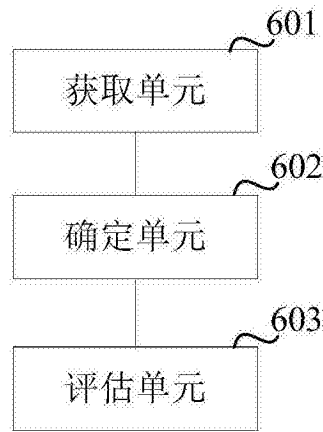


图6