

基于Vivaldi的网络坐标计算研究

①曾勇 于聪梅 ②周强

①装甲兵技术学院 吉林 长春 130117 ②71811 部队 湖北孝昌

【摘要】网络坐标计算算法，可以依据少量的测量来预测网络距离，能够很大程度的减轻实际测量带来的网络负担。本文实现坐标计算算法 Vivaldi 系统，并在 Planetlab 全球分布式实验床进行了实际网络上的测量和分析。实验结果表明，算法能够较精确的预测出网络距离，具有良好的收敛性、稳定性和可扩展性。

【关键词】网络坐标计算 分布式网络 测量

一、引言

随着 Internet 在全球的普及，大规模全球分布式网络服务和应用系统，获得了相当规模的应用，这些系统选择通信路径和邻居节点的方法较复杂。选择好的通信路径和邻居节点能够优化系统网络性能，但这依赖许多参数的测量，其中网络延时和可用带宽等动态网络性质特征是和应用最相关的，也是用户希望对其进行精确测量的数据。用户为了获得相关数据需要进行大规模的端到端网络测量，但是有时由于过于消耗时间、占用网络资源或者成本过高等原因，使得这些测量在实际应用中变得难以实现。

为了解决这个问题，一个可行的方法是预测主机之间的网络距离，并以此作为第一区分标准来最大程度的满足网络测量的需要。关键问题是设计出能够精确的、可扩展的、实时的预测网络距离的方法。为了预测网络距离，首先需要进行坐标计算，然后据此来计算网络距离。

本文针对分布式网络，设计并构建了实验系统，在二维欧氏空间下实现了 Vivaldi 算法，通过在 PlanetLab 分布式实验床上的遍布全球的 30 个节点上实验和测量，对算法参数选取、算法收敛性能、距离预测精度、算法对于网络变化的适应性和算法实现中的网络流量进行了详细分析。

二、坐标计算算法系统的设计

为实现网络距离测量，需要设计适用于分布式网络的坐标计算系统的结构，所实现的算法应具有可扩展性。整个系统大致分为节点加入处理、建立网络拓扑图、计算坐标和数据处理四个部分。如图 1 所示。



为了进行坐标计算，将网络模型化为一个几何空间。主机为空间中的点，主机间的网络距离对应几何空间中的点之间的几何距离。假设每个点的坐标为 x_i 。引入参数 c_i ，代表每个点对自己坐标的确信程度， rtt 为两点之间的实测网络距离。 c_i 和 c_j 是可变参数。

算法的实现过程如下：

计算本地坐标与其它坐标的误差的权重：

$$w = e_i / (e_i + e_j) \quad (1)$$

计算此时两点之间距离的相对误差（计算值与实测值之间的相对误差）：

$$e_s = \|x_i - x_j\| - rtt / rtt \quad (2)$$

计算本地误差的变化：

$$e_i = e_s \times c_j \times w + e_i \times (1 - c_j \times w) \quad (3)$$

以上算法是某个点某次与其他节点交换数据后做的操作。实际实现中，每个节点都需要不断与其他节点交换数据，

不断更新本地坐标，从而达到坐标计算的目的。算法的优点是本算法的实现完全是分布式的，可扩展性好，而且坐标值随时会根据实际网络距离的变化做出相应的变化。

三、基于 Planetlab 的测量结果和分析

3.1 坐标计算算法的参数选择

首先为了计算，需要选取几何空间。在本文实验中，选取了二维欧氏空间。

算法中的 c_i 和 c_j 是可变参数。其中直接影响 c_i 的变化，间接影响坐标的变化；而直接影响坐标的变化。因此参数的优劣将影响到算法的性能。本文对于 16 组不同参数，每组均进行实验 10 次以上，通过比较收敛速度，最终选取的参数是： $c_i = 0.5$ ， $c_j = 0.25$ 。

3.2 坐标计算算法的收敛性能

参数选择的标准就是收敛速度。因此通过参数选择，最终的实验结果证明在这组参数下，本算法的收敛速度很快且计算结果最终能够稳定下来。

图 2 是 4000 秒内的绝对误差中值随时间的变化图。可以看到，初始时绝对误差中值大约为 200ms，之后迅速下降，最终稳定在 25ms 左右。

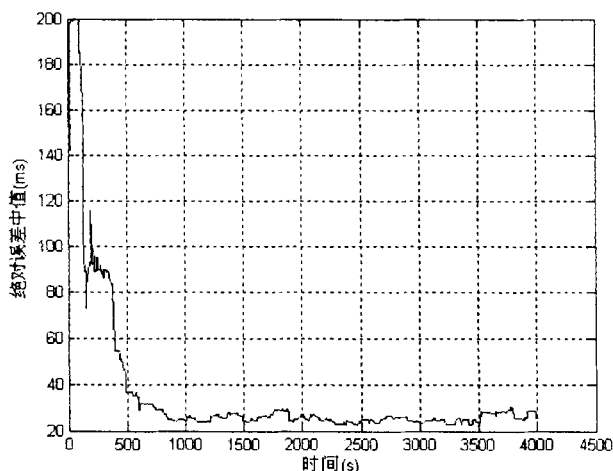


图 2 绝对误差中值随时间变化图

3.3 基于坐标的网络距离误差分析

计算坐标的目的就是为了计算出结点之间的距离，用来作为实际网络距离的预测值。分析误差采用的标准是：首先测量出所有节点每两个之间的实际网络距离，简称为实测距离。再用各节点坐标和二维欧氏空间的距离公式计算出距离，简称为计算距离。用公式 (6) 求出每两个节点之间的相对误差绝对值。

$$\text{相对误差绝对值} = \left| \frac{\text{计算距离} - \text{实测距离}}{\text{实测距离}} \right| \quad (6)$$

统计出所有节点对的相对误差绝对值的分布，得到相对误差绝对值分布图，见图 3。

上接第 83 页

网注入了大量的谐波和无功功率,使电能质量不断恶化;另一方面,随着以计算机为代表的大量敏感设备的普及应用,人们对公用电网的供电质量要求越来越高,许多国家和地区已经制定了各自的谐波标准。我国也分别于 1984 年及 1993 年分别通过了“电力系统谐波管理规定”和“GB/T-14549-93 标准”,用以限制供电系统及用电设备的谐波污染。

抑制谐波的基本方法有三种:一是装设谐波补偿装置来补偿谐波;二是对电力电子装置本身进行改造,使其不产生谐波,且功率因数可控制为 1;三是在市电网络中采用适当的措施来抑制谐波。

3.1 安装适当的电抗器

变频器的输入侧功率因数取决于装置内部的 AC-DC 变换电路系统,可利用并联功率因数校正 DC 电抗器,电源侧串联 AC 电抗器的方法,使进线电流的 THDV 大约降低 30%~50%,是不加电抗器谐波电流的一半左右。

3.2 装设有源电力滤波器

除传统的 LC 调试滤波器还在应用外,目前谐波抑制的一个重要趋势是采用有源电力滤波器。它串联或是并联于主电路中,实时从补偿对象中检测出谐波电流,由补偿装置产生一个与该谐波电流大小相等、方向相反的补偿电流,从而使电网电流只含基波分量这种滤波器能对频率和幅值都变化的谐波进行跟

踪补偿,其特性不受系统的影响,无谐波放大的危险,因而备受关注,在日本等国已获得广泛应用。

3.3 采用多相脉冲整流

在条件允许或是要求谐波限制在比较小的情况下,可采用多相整流的方法。12 相脉冲整流 THDV 大约为 10%~15%,18 相脉冲整流的 THDV 约为 3%~8%,满足国际标准的要求。缺点是需专用变压器,不利于设备的改造,价格较高。

3.4 使用滤波模块组件

目前市场上有很多专门用于抗传导干扰的滤波模块或组件。这些滤波器具有较强的抗干扰能力,同时还具有防止用电器本身的干扰传导给电源的功能,有些还兼有尖峰电压吸收功能,对各类用电设备有很多好处。

3.5 开发新型的变流器

大容量的变流器减少谐波的主要方法是采用多重化技术。几千瓦到几百千瓦的高功率因数整流器主要采用 PWM 逆变器可构成四象限交流调速。用变频器这种变频器不但输出电压、电流为正弦波,输入电流也为正弦波,且功率因数为 1,还可以实现能量的双向传递,代表了这一技术的发展方向。

3.6 选用 D-YN11 接线组别的三相配电变压器

三相变压器中把高压侧绕组接成三角形,低压绕组为星型且中性点和“11”连接以保证相电动势接近于正弦形,从而避免相电动势波形畸变的影

响。此时,由地区低压电网供电的 220V 负荷,线路电流不会超过 30A,可用 220V 单相供电,否则应以 220/380V 三相四线供电。

减少或削弱变频器谐波的方法还有:在变频器与电动机之间增加交流电抗器,以减少传输过程中的电磁辐射;使用具有间隔层的变压器,可以将绝大部分的传导干扰隔离在变压器之前;采用具有一定消除高频干扰的双积分 A/D 转换器;选用具有开关电源的仪表等低压电器;信号线与动力线分开配线。尽量使用双绞线降低共模干扰;在使用单片机 PLC 等为核心的控制系统中。在编制软件的时候适当增加对检测信号和输出控制部分的软件滤波。以增强系统自身的抗干扰能力。

4 结语

变频调速系统的使用给人们带来了方便和巨大的利益,它必将得到更为普遍的使用。但是由于其特有的工作方式,给公用电网带来了一定的破坏,成为电网谐波污染源之一,所以,分析和研究抑制谐波的方法将成为一个非常重要的课题。

【参考文献】

- [1]姜哲,浅谈变频器应用中干扰的抑制[J],科技信息,2010(27)
- [2]王海滨,姜国焕,张文欣,变频器谐波抑制措施的研究与应用[J],数字技术与应用,2011(6)

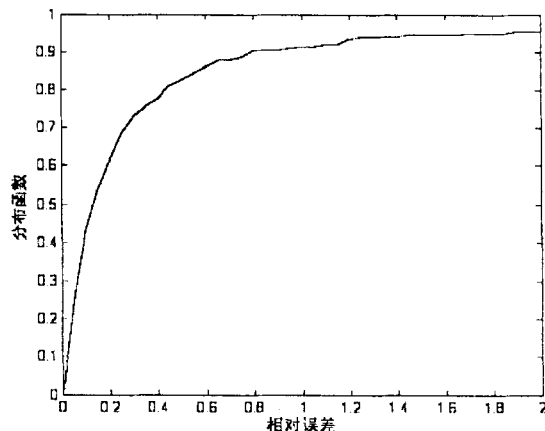


图 3 相对误差绝对值分布函数

统计结果表明,90%的节点对的相对误差绝对值小于 1。这对于二维欧氏空间来说是一个很好的精度了。二维欧氏空间的局限是误差产生的一个原因。不准确的网络测量是误差产生的另一个原因。然而,这个精度在很多网络服务和网络应用中已经足够了。

3.4 坐标计算算法的网络流量

表 1 列出了系统中分别有 11 点、20 点、30 点时的整个系统的网络流量。

分析具体算法,我们可以发现,系统的网络流量是与系统中的点数成线性关系,实测结果基本上符合这种线性关系。发出流量比接收流量多,是由于为了收集算法实现中的所需数据,节点在传递计算坐标所需数据的同时,还要向收集数

表 1 流量平均值表

点数	发出网络流量平均值(kbps)	接收网络流量平均值(kbps)
11 点	0.7737	0.5888
20 点	1.533	1.193
30 点	2.303	1.763

据的主机发送一些数据。

测试表明,支持算法的网络流量并不大,对于流媒体等分布式网络应用系统而言,这种量级的流量是完全可接受的。

四、结论

本文实现了一种分布式网络坐标计算算法,并在实际网络中对其性能做了测量和分析。实验表明,算法具有良好的收敛性能,计算结果较为精确;在网络中有大量节点加入的环境中算法依然能够收敛;支持算法所需的网络流量较小。算法应用于分布式网络应用系统将有助于提高网络的传输性能。