

基于 OPNET 的 Ant-Chord 模型的建立与仿真

张建伟¹, 王玲艳², 刘思³, 李朝阳²

- (1. 郑州轻工业学院 软件学院, 河南 郑州 450002;
2. 郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450002;
3. 郑州师范学院 网络中心, 河南 郑州 450044)

摘要: 在多业务可信网络项目核心模型设计上, 针对 Chord 模型物理拓扑匹配能力的不足, 采用蚁群算法分配网络节点 ID, 提出了 Ant-Chord 模型, 并基于 OPNET 平台从进程、节点和网络 3 个层次对 Ant-Chord 模型进行了仿真. 仿真结果表明, Ant-Chord 模型在路由跳数和时间延迟上具有明显优势, 网络传输速率以及查询效率较高.

关键词: Ant-Chord 模型; OPNET; 物理拓扑

中图分类号: TP393 **文献标志码:** A

Ant-Chord model building and simulation based on OPNET

ZHANG Jian-wei¹, WANG Ling-yan², LIU Si³, LI Zhao-yang²

- (1. College of Software Zhengzhou Univ. of Light Ind. Zhengzhou 450002, China;
2. College of Comp. and Com. Eng. Zhengzhou Univ. of Light Ind. Zhengzhou 450002, China;
3. Center of Network Zhengzhou Normal Univ. Zhengzhou 450044, China)

Abstract: On the design of the core model of the multi-service and credibility network project, aiming at the inadequacy of Chord model physical topology matching ability, Ant-Chord model was proposed which uses the ant colony algorithm distribution network node ID. The model was simulated based on OPNET from process, node and network layer. The simulation results showed that the Ant-Chord had obvious advantages on routing hops and time delay performance, and it had higher network transmission rate and the inquired efficiency.

Key words: Ant-Chord model; OPNET; physical topology

0 引言

近年来随着用户对互联网移动性要求的提高, 利用身份和位置标识分离的新型网络体系来满足用户对多业务可信网络移动性支持的需求已达成共识, 而身份和位置标识分离网络需要一套新的管

理机制来存储和管理这 2 种标识之间的映射关系, 在已有的标识分离映射方案中, 基于 P2P 技术的数据共享方法得到了广泛利用, 用于构建一个标识分离映射信息的共享覆盖网络.

Chord^[1] 是一种经典的结构化 P2P 网络模型, 它的突出特点是算法实现简单, 路由跳数比较高

收稿日期: 2012 - 02 - 19

基金项目: 河南省基础与前沿技术研究计划项目(082300410280)

作者简介: 张建伟(1971—), 男, 河南省方城县人, 郑州轻工业学院教授, 主要研究方向为宽带信息网络、网络安全.

效,平均跳数为 $O(\log N)$,查询效率较高.因此,多选择 Chord 模型作为多业务可信网络项目核心模型.但是 Chord 模型本身存在着物理拓扑失配的问题.文献[2]提出通过使用称为 proximity list 的邻近表取得比标准 Chord 模型更好的网络近似性,但在网络节点频繁进入退出时收敛慢、效率低.文献[3]提出利用 IPv6 地址的层次结构特性的 Chord6,但是覆盖网中 2 个相近域内的节点其距离可能很远,这是由 Hash 函数的性质决定的.本文拟在 Chord 基础上提出一种具有物理拓扑感知能力的 Ant-Chord 模型,该模型将节点看成一个 Tsp 问题,采用蚁群算法根据物理距离信息分配节点 ID,使 Chord 环中物理上距离较近的节点在逻辑上彼此接近,从而改善原始 Chord 环中在分配节点信息时随机分配的原则,使网络中信息查询的效率得以提升.

1 Ant-Chord 模型原理

Ant-Chord 模型是一种改进的 Chord 模型.由于 Chord 作为一种逻辑拓扑模型,缺乏对物理网络拓扑信息的利用,在逻辑上最近的 2 个节点在物理层往往并不是最近,因此一条逻辑最近的路径也未必是物理最近的路径.这样查询和定位在逻辑层与物理层上的性能差异导致了 Chord 资源定位的实际效率大大降低,信息查询效率也就大大降低.

在 Ant-Chord 模型中,每个 Ant-chord 环配置一个构造节点,其余为普通节点.构造节点需要执行一次 Ant-Chord 环工作,再进行路由工作.普通节点只执行路由过程.

构造节点首先进行节点广播,获取节点间的延时以及传输通道,将通信延迟看做是节点间的物理距离,据此构造一个 Tsp 模型;然后采用蚁群算法思想求解,为环中每个节点分配 ID 号,使环中物理距离较近的点在逻辑上也接近;最后生成路由协议,负责数据的传输和接收.路由过程是每个节点都产生一个含有随机资源号的数据包,首先判断数据包的资源号是否属于该节点,若是,则表示是一次自查询,那么路由跳数和延迟都为 0;否则就根据路由协议进行转发,至到目的地为止,并记录相应的数据.

2 Ant-Chord 模型的建立

OPNET 采用与实际网络更为相似的嵌套式层

次化、模块化的建模机制建模.OPNET Modeler 中源代码完全开放,采用 3 层网络模型:底层为进程模型,以有限状态机来描述协议^[4-5];中间层为节点模型,由相应的协议模型构成,代表实际的设备,反映设备特性,因此通信节点的属性与设备功能密切相关;最上层为网络层,是网络拓扑模型.OPNET 的 3 层模型与实际的协议、设备、网络完全对应,全面反映网络的相关特性.

建立容量为 64 个节点的 Ant-Chord 网络模型,按照 OPNET 的建模机制进行层次性建模.网络层基本元素为节点和链路,节点和节点间的通信基于数据包,具体的通信规则即协议在进程域设定.因此需要首先建立节点及通信链路和数据包.模型构建流程如图 1 所示.



图 1 Ant-Chord 模型构建流程图

由于需要验证网络模型的网络查询性能,因此还需定义数据包以及资源号等.数据包格式包含了多个字段信息,如图 2 所示.“packet formats”设置为“chord-pkt”,包含源节点字段 Src-id,查询资源 ID 号字段 Dest-address,查询过程所经路由跳数字段 Round-go,及程序中用到一些标志性字段 Tube 等.

Dest-address	Src-id	Round-go	Tube	First
--------------	--------	----------	------	-------

图 2 数据包中包含的字段

在链路模型编辑域创建双工链路模型,定义支持的包结构.另外,OPNET 构建的网络模型具有距离的概念,场景在建立时可以选择合适的地理环境,可以在世界或国家地图上构建一个广域网,也可以构建一个具体尺寸的局域网.

模型的建立需要参考各个节点之间的物理距离,因此除了通过设置链路的数据传输速率外,还要对延迟属性设置,设置为“Distance Based”,这样

OPNET 便可以计算不同节点间的通信时延,将得到的通信时延作为参考的物理距离为节点分配 ID,使在物理距离上较近的节点在逻辑上也彼此接近。

2.1 节点层

节点层是关于通信设备的建模,通常有多个元节点模块组成。在 Ant-Chord 模型的节点层,每个节点模型都有发射节点、接收节点及源节点模块和处理模块组成,其中处理模块具有高度可编程性,可以选 OPNET 里自带的应用协议模型,也可以定义自己的协议模型。

由于各个元节点之间要完成数据的传输和查询,因此各个元节点通过 packet streams 包流线连接起来的,通过将数据包从一个元模块传送到另一个元模块来传递数据信息。此外还有 statistic wires, logical associations 2 种连接线, statistic wires 用来传送简单的数字信号和控制信息,如 CSMA/CD 协议仿真时,用于监测是否有冲突; logical associations 用于确认模块之间的绑定,目前 logical associations 只用在发送节点和接收节点之间,表明当它们接入到网络层上的链路时,是被看做一对来使用的。

在 Ant-Chord 节点内部共设置了 12 个存储节点,每个节点都有 12 对出入通道,这是因为 Ant-Chord 模型的各个节点要互相通信,并且该节点与其他任意一个节点的通信通道都不能有冲突,如图 3 所示。其中 Src 为源节点,采用 OPNET 提供的简单源进程模型,负责每隔一段时间产生一个数据包,根据需要设置数据包产生间隔,并把该包交 Proc 处理; Proc 进程模块是路由协议承载部分,完成对 Src 产生的数据包的处理; rev_xmt 是一点对点的收发节点,负责接收数据,发送数据。

2.2 进程层

进程模型主要代表协议行为的逻辑关系,为抽象概念,不存在对象。进程模型中有 2 种状态:非强制状态和强制状态。模型由源状态、目的状态、条件表达式、执行表达式 4 部分来描述模块的行为。状态与状态之间通过转移线相连。

Ant-Chord 节点进程模型如图 4 所示。在协议层,建立 2 个状态:初始状态(Init)和活动状态(Idle)。每个状态都包含入口执行代码和出口执行代码,均由 C/C++ 代码构成。仿真运行开始时,进入初始状态执行入口代码,离开时执行出口代码。初始状态不允许进程停留。经初始状态通过转移

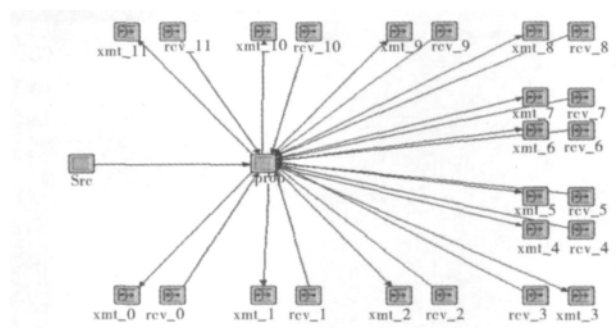


图3 节点内部结构图

线到达协议活动状态,执行各个协议,协议规则由函数实现。每条执行线有相应的执行条件以及对应的执行函数。

Ant-Chord 模型中,在初始状态设定要收集的变量,以及程序要用到的相应变量。如构造节点分配节点信息需要首先声明一个概率分布类型“Distribution*”,参数名为“address_dist”;采用函数 op_dist_load(dist_name, dist_arg0, dist_arg1),参数 dist_name 是函数名,可以是整型均匀分布“Uniform_int”、指数分布“Exponential”等;其余 2 个参数分别为函数的下限和函数上限。本文模型中选用“Uniform_int”函数,下限为“0”,上限为总的节点数,设为“NUMnode-1”。

在头函数 HB 块设定函数的转移宏条件。满足条件“ARRVL”时就执行 chord_route() 函数, chord_route() 函数用来判定是否需要生成路由表,并执行数据转发,完成数据的查询过程。满足条件“SELF_INTRPT”时就执行 set_chord() 函数,在首次数据包到达时生成路由表,之后就不再执行。default 是默认的无条件执行。函数具体内容及相应程序在 OPNET 的 FB 函数块。另外,为了比较查询性能,当数据包到达目的节点时,分别记录 Chord 模型和 Ant-Chord 模型查询性能的关键参数,如平均路由跳数“CHORD HOP”和查询平均时间延迟“CHORD DELAY”。

```
hop_gsh = op_stat_reg( " CHORD HOP" ,OPC_STAT_INDEX_NONE , OPC_STAT_LOCAL);
```

```
delay_gsh = op_stat_reg( " CHORD DELAY" ,OPC_STAT_INDEX_NONE , OPC_STAT_LOCAL);
```

2.3 网络层

网络层设定通信网络的拓扑结构,拓扑模型由节点和链路构成。节点为网络层的基本元素,链路代表连接设备的物理媒质。本文采用双工链路模型,

