

文章编号: 2095-2163(2019)03-0187-03

中图分类号: G434

文献标志码: A

# NS3 仿真工具在计算机网络课程教学中的应用

林晓辉, 苏恭超

(深圳大学 信息工程学院, 广东 深圳 518060)

**摘要:** 在计算机网络的课程教学中,网络分层及各层功能定义是学生需要掌握的核心知识点。为了学生能对相关知识形成清晰的认识,研究中将网络仿真器 NS3 融入教学中。通过让学生对各层的功能进行编程,使其能更好地掌握计算机网络的层次结构概念,巩固对相关的知识点理解,同时也能很好地提升学生的编程能力。

**关键词:** 网络仿真器; 计算机网络; 课程教学

## Using NS3 simulator for the course of computer networks

LIN Xiaohui, SU Gongchao

(College of Information Engineering, Shenzhen University, Shenzhen Guangdong 518060, China)

**[Abstract]** The network layering and the function definitions of each layer are the core contents for the course of computer networks. To let students have a clear understanding of the related concepts, NS3 is adopted as a network simulation tool in the course teaching. By programming the functions of each layer, the students can better master the layering concepts and consolidate the understanding of the key contents. In addition, their computer programming abilities could be enhanced.

**[Key words]** network simulator; computer networks; course teaching

### 1 计算机网络分层的概念

计算机网络是一门有着很强理论性及实践性的专业课程,并在中国高等院校的计算机类和电子信息类的专业中均有开设。在本质上,计算机网络技术是基于开放系统互联思想,其体系设计是基于国际公开的规范。通过标准设计派生出网络互操作的通信约定,使基于不同硬件技术的节点可借助通信来交换信息。因此,在课程内容结构中,网络分层设计思想是课程的核心重点内容。网络分层设计如图 1 所示。

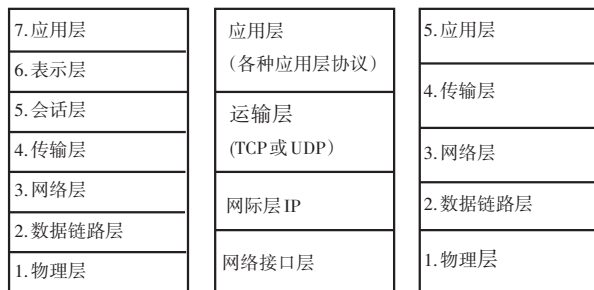
将计算机网络通过分层描述,把网络通信划分为各个子层,可以有效地降低网络协议的设计复杂度<sup>[1]</sup>。通过网络功能分层设计,能为网络互联带来诸多便利。对此可做探讨阐述如下。

(1) 分层后,各层在功能上相互独立,各层无需知道其他层的详细功能,而设计者只需要知晓各层接口的协议规范,因此在网络定义以及功能实现上,系统的复杂度得以降低。

(2) 分层后,只要层间接口不变,各层的变化不会导致其他层的重新设计。因此在结构上,各层均可以最新的技术来独立研发,使得系统实现更加灵

活,同时也便于维护,并能够促进标准化。

根据开放系统互联(Open System Interconnection)的定义,网络的层次划分如图 1 所示。在本文的课程实验环节中,研究将网络体系按由低到高的顺序分为:物理层、数据链路层、网络层、运输层及应用层。



(a) OSI的七层协议体系结构 (b) TCP/IP的四层协议体系结构 (c) 五层协议的体系结构  
(a) OSI's seven-layer protocol architecture (b) TCP/IP's four-layer protocol architecture (c) Five-layer protocol architecture

图 1 网络的分层

Fig. 1 Laying of computer network

### 2 NS3 网络仿真器介绍

由于以上分层思想较为抽象,仅靠课堂上的讲

**作者简介:** 林晓辉(1975-),男,博士,教授,主要研究方向:无线通信网络、计算机通信、优化理论算法;苏恭超(1979-),男,博士,讲师,主要研究方向:无线网络资源管理、优化及博弈理论。

**通讯作者:** 林晓辉 Email: xhlin@szu.edu.cn

收稿日期: 2019-03-15

授并不能让学生较好地理解掌握相关概念。为了达到理想的教学效果,研究采用 NS3 网络仿真器作为辅助教学工具,通过对网络各层功能进行编程,使得学生对分层目的及功能形成清晰的概念。

NS3 是一个离散事件模拟器,始于 2006 年的开源项目<sup>[2]</sup>,下载地址为: <https://www.nsnam.org/releases/>。网络模拟器全部是由 C++ 编写,通过带有选择性的 Python 语言绑定。因此仿真脚本由 C++ 或 Python 语言来编写,并通过 nam 进行演示,同时用其他工具通过 trace 文件来分析仿真过程。使用 NS3 进行网络仿真时,需要依序展开如下步骤,即:

- (1) 选择或编写定义相应模块。
- (2) 编写网络仿真脚本。
- (3) 实验仿真。
- (4) 数据采集与分析。
- (5) 根据仿真结果进行代码或者参数的调整。

其中,在编写仿真脚本时,拟将涉及到如下研究设计,可表述为:定义节点,包含定义节点/地址类型、队列模型、网卡、应用程序、协议栈等;安装网络设备,定义物理层信道及 MAC 层协议,如 CSMA、WiFi、WiMAX、LTE 或是点对点通信;定义网络层及传输层协议栈,其中网络层协议可以选择 OLSR、AODV 或 Global,同时也可以定义 IPv4/IPv6 格式等,传输层可以是 UDP 或者 TCP;安装应用层协议;定义其他配置,如节点移动性及能量管理;设置仿真时间及相关参数<sup>[3]</sup>。

### 3 NS3 仿真器使用介绍

NS3 网络仿真器的层功能模块如图 2 所示。图 2 中的节点定义包含了网络设备类型、各层协议栈、信道以及应用层参数。可以将节点当成一个空的终端框架,通过添加相应的应用层功能、协议栈、信道类型等内容,完成节点的定义。协议栈包含传输层控制、路由协议以及地址管理。信道的定义中,可以按照实际情况来加入时延、能耗、误码率、噪声等参数。

从以上的仿真器架构上看,仿真器的设计是按照网络的层次化结构来编写,因此可以通过在仿真器下书写仿真文本来定义各层的功能,从而实现网络的虚拟化仿真。为说明仿真器的功能,研究以 Ad Hoc 网络模拟作为实例来解析论述 NS3 的仿真功能。Ad Hoc 是一种无控制中心的分布式网络,各个网络节点均可以移动,并且在移动过程中交换数据。各个节点以无线方式连接,通过其他节点中继的方

式,将数据传输到目的节点。因此每个节点均为一个路由器,负责发现并维持路由。受篇幅限制,本文从文献[4]的源代码中抽取出定义各层功能的关键部分。各部分的基础设计详见如下。

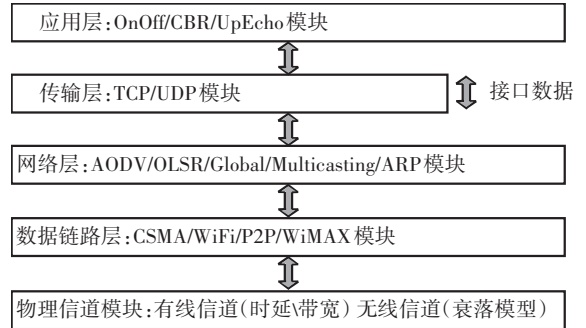


图 2 NS3 各层功能模块

Fig. 2 The functional layering blocks of NS3

#### (1) 定义物理层信道

```
YansWifiChannelHelper channel = YansWifiChannelHelper::Default();
```

```
YansWifiPhyHelper phy = YansWifiPhyHelper::Default();
```

```
phy.SetChannel(channel.Create());
```

#### (2) 定义 MAC 层协议

```
WifiHelper wifi;
```

```
wifi.SetStandard(WIFI_PHY_STANDARD_80211a);
```

```
wifi.SetRemoteStationManager("ns3::ConstantRateWifiManager", "DataMode", StringValue("OfdmRate6Mbps"));
```

#### (3) 定义移动方式

```
mobility.SetMobilityModel("ns3::RandomWalk2dMobilityModel",
```

```
"Bounds", RectangleValue(Rectangle(-500, 500, -500, 500)));
```

```
mobility.Install(AdHocNode);
```

#### (4) 定义传输层与网络

```
PacketSinkHelper sink("ns3::UdpSocketFactory",
```

```
InetSocketAddress(Ipv4Address::GetAny(), port));
```

```
Ipv4GlobalRoutingHelper::
```

```
PopulateRoutingTables();
```

#### (5) 定义应用层数据

```
NS_LOG_INFO("Create Applications.");
```

```
uint16_t port = 9999;
```

```

OnOffHelperonOff1 ( " ns3:: TcpSocketFactory " ,
Address ( InetSocketAddress ( AdHocIp. GetAddress
( 0 ) , port ) ) ) ;
onOff1.SetAttribute ( " OnTime " , stringValue ( "
ns3:: ConstantRandomVariable [ Constant = 1 ] " ) ) ;
onOff1.SetAttribute ( " OffTime " , stringValue ( "
ns3:: ConstantRandomVariable [ Constant = 0 ] " ) ) ;

```

由以上代码可以看出,该仿真器实际上可以根据各层的功能进行灵活定义。通过课堂讲授层的基本功能,再通过仿真器对各层相关功能的定义及实现,仿真后通过收集数据并加以分析(见图 3),观察数据是否与预期的相符。在整个过程中,学生能够对分层概念及层功能形成清晰的认识<sup>[4]</sup>。

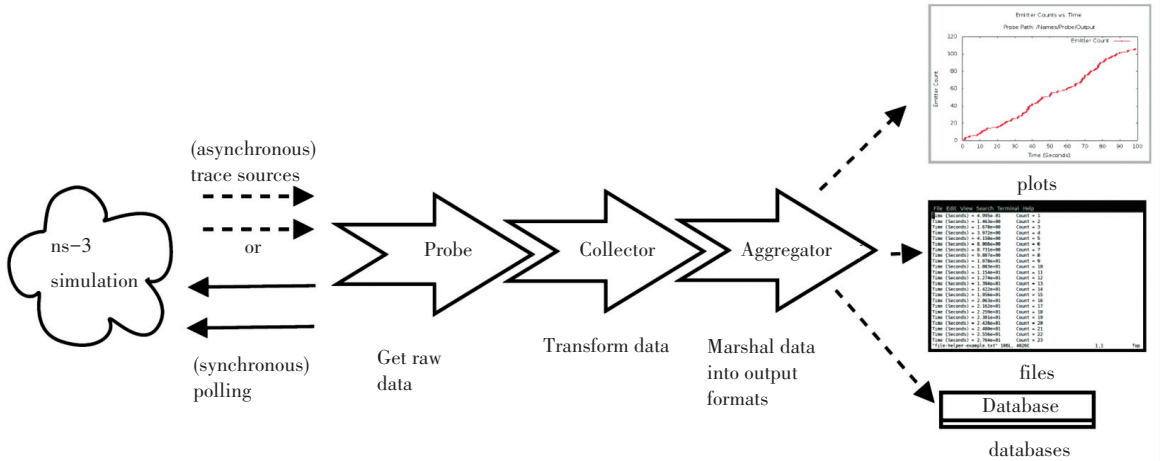


图 3 网络仿真器的数据采集与分析<sup>[5]</sup>

Fig. 3 The data collection and analysis in the network simulator<sup>[5]</sup>

### 4 结束语

作为一个开源的网络仿真器,NS3 根据计算机网络的层次结构对各层进行了功能性定义。在课堂接受基本概念的基础上,学生通过课后的编程,以课程项目的形式来实现网络的定义。在此过程中,学生可以极大地加深对网络设计分层思想的理解,从而获得良好的教学效果。

### 参考文献

[1] KUROSE J F, ROSS K W. Computer Networking: A top-down

approach[M]. 陈鸣,译. 6<sup>th</sup>ed. 北京:机械工业出版社,2014.

[2] 周迪之. 开源网络模拟器 ns-3:架构与实践[M]. 北京:机械工业出版社,2019.

[3] 马春光,姚建盛. ns-3 网络模拟器基础及应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2014.

[4] CSDN. ns3 模拟无线 Ad hoc 网络通信[EB/OL]. [2018-04-12]. [https://blog.csdn.net/xiao\\_sheng\\_jun/article/details/79921889](https://blog.csdn.net/xiao_sheng_jun/article/details/79921889).

[5] ns-3 project. ns-3 manual[EB/OL].[2019-04-16]. <https://www.nsnam.org/docs/manual/html/index.html>.

(上接第 186 页)

### 2 结束语

综上所述,可以看出利用 TensorFlow 框架搭建的神经网络模型,经过训练后可以根据设备数据信息预测出设备状态。而当设备性能不佳时,可以提醒数据运维人员对设备进行维护,尽可能避免故障发生,减少损失。同时,预测出设备状态也是解决数据中心机房故障问题、实现机房智能故障

预警过程中必不可少的关键步骤。

### 参考文献

[1] 唐飞,唐海娜,恰汗·合孜尔,等. 一种基于被动测量的网络性能评估方法[J]. 计算机与数字工程,2013(4):602-604,672.

[2] 童晓薇. 一种基于网络的业务系统健康度评估方法[J]. 重庆理工大学学报(自然科学),2012,26(8):101-105,126.

[3] 陈庆. 浅谈数据中心设备及机房的智能化运维管理[J]. 中国金融电脑,2018(3):58-61.