

电力通信业务模型研究

张行健, 方效巍

国网上海市电力公司物资公司, 上海

收稿日期: 2024年3月28日; 录用日期: 2024年4月30日; 发布日期: 2024年6月25日

摘要

通信业务模型的研究对于实现可靠数据传输、合理分配网络资源具有重要的指导意义。首先, 分析了传统的话音业务模型, 研究了智能电网中的数据业务模型, 在此基础上分析和比较了智能电网中的数据业务和传统话音业务的差异。然后, 结合排队论的基础理论, 采用三层ON-OFF叠加法构建了业务源模型, 并改进了业务模型中控制策略的选择方法。最后, 针对智能电网数据业务的特性, 通过对不同的业务参数进行设置, 从而进行业务仿真实验。实验证明, 本文搭建的模型是正确可行的。

关键词

智能电网, 电力通信, 业务模型

Research on Power Communication Service Model

Xingjian Zhang, Xiaowei Fang

State Grid Shanghai Electric Power Company Materials Company, Shanghai

Received: Mar. 28th, 2024; accepted: Apr. 30th, 2024; published: Jun. 25th, 2024

Abstract

The research on communication service model is of great guiding significance for realizing reliable data transmission and reasonable allocation of network resources. The characteristics of the traditional voice service model were first analyzed and the data service model in smart grid was researched. The difference between data service in smart grid and traditional voice service was analyzed and compared on the basis of the above. Then, the power communication service model was constructed based on three-layer ON-OFF superposition method combined with the basic theory of queuing theory, and the selection method of control strategy for service model was improved. At last, the simulation experiments were carried out by setting the various service parameters according to the characteristics of data service in smart grid. The simulation experiment proves that the model

文章引用: 张行健, 方效巍. 电力通信业务模型研究[J]. 仪器与设备, 2024, 12(2): 191-197.

DOI: 10.12677/iae.2024.122027

built in this paper is correct and feasible.

Keywords

Smart Grid, Power Communication, Service Model

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国智能电网技术的提出与建设, 其对高性能的电力通信技术的依赖程度越来越高, 当前的电力通信技术主要有微波通信、电力载波通信和光纤通信三种方式[1]-[3]。智能电网的核心内涵是在电力系统各环节实现新型信息与通信技术的集成, 以促进智能水平的提高[4]-[6]。未来的智能电网将建立一套面向信息通信融合的智能电网技术体系和标准体系, 使信息通信网的传输协议统一, 数据模型和业务模型兼容, 构建技术先进、统一的信息通信平台, 实现电力系统内的设备和系统互操作, 使智能电网具有可靠性高、控制灵活、易于维护、扩展方便等特点[7]-[9]。

业务模型主要是指用户使用各种业务的规律性及业务本身的属性, 包括用户行为特征和业务统计特征[7] [10] [11]。研究电力通信业务模型可以提高业务流量测算的规范性、准确性, 以保证智能电网各级通信网业务流量测算及技术体制选择的科学性与合理性, 准确的业务预测能够避免资源的浪费和闲置, 这样也可以使投资规模和建设规模达到更优化、合理的配置[12] [13]。同时, 研究业务模型可以指导解决接入层通信组网在延时、抖动和丢包率方面的问题, 满足业务对网络带宽、可靠性、QoS、安全等各方面的要求, 提高接入组网的可靠性和安全性; 指导构建传输协议统一、数据模型和业务模型兼容统一的信息通信平台[14]。

本论文分析了传统的话音业务模型与所研究的业务对象相类似的其他业务模型的特点, 构建了基于ON-OFF模型的电力通信业务模型。根据不同业务之间的差异和网络应用环境来调整参数, 并进行仿真实验, 比较不同网络对同一个业务模型的影响, 分析业务源汇聚后的流量特征。

2. 业务模型简介

2.1. 会话类业务模型

会话类业务由于要保持业务流各个信息实体之间的时间关系, 因此对传输时延的要求非常严格, 根据协议规定主要采用电路交换完成数据传输语音业务的分类。具有代表性的是语音类业务, 它由3GPP协议以QoS对业务进行划分, 该业务对时延敏感而容错性较好。语音业务的具体特点分析从声音传输过程、呼叫的语音强度、服务时长等方面进行分析:

- 1) 语音在传输的过程中概率呈泊松分布;
- 2) 呼叫与通话的时间间隔的概率呈指数分布。

其主要参数是条件呼损、呼叫等待时间分布、呼叫平均等待时间、平均队列长度。通过采用泊松分布模型分析语音类业务有助于对后续数据业务的研究。

2.2. 数据业务模型

和智能电网相关的数据业务模型当中, 交互类业务和背景类业务是两大主要业务。交互类和背景类

业务与前两类业务相比, 它们对时延的要求相对较小, 而对数据的完整性要求较高[15]。因此, 为了满足完整性的要求, 可以采用自动重传请求机制以及前向纠错编码等方式。常见的业务包括: WWW 业务、Email 业务和 FTP 业务。

电力系统中通信传输的内容包含有基本的指令信息、电力设备异响的音频数据、电力设备故障的红外热像的视频数据, 因此就需要根据不同的实际环境的要求选择适当的通信网络。上述的通信功能可以分为基本的运营功能和特殊的运行功能, 前者主要包括普通的电话信息数据, 特点是种类繁多; 后者是发送继电保护跳闸信号等数据, 其特点是对实时性和精准度要求很高。

综上所述, 电力通信业务模型可以借鉴语音业务模型和数据业务模型来进行研究。电力通信业务模型的建立将有力地推动业务容量的定义、业务容量使用率最大和跨越异构网络时的优化等电力通信业务问题的研究。

3. 电力通信业务模型的建立

3.1. 泊松模型

MMPP (Markov Modulated Poisson Process)是由马尔科夫链的Q矩阵与泊松分布概率共同确立的双随机泊松模型。其内部的参数是可以调节的, 也即 $N = 2$ 时, 称为2型马尔科夫概率模型一般写作 MMPP(2)。通过对通话业务模型的建模分析可以得知其概率模型分别可以用 MMPP(2)表示。

3.2. 自相似模型

由于数据信息的时间跨度很大并且具有自相似的特点, 因此其概率模型可以使用重尾分布概率模型。多时间尺度分析法是自相似模型里一个重要概念: 将同一个随机时间序列以不同的时间粒度进行平均, 然后分析这些平均得到的新的随机时间序列, 以便从中发现规律和讨论问题。如图 1 所示, 依照布朗分别模型理论, 建立自相似流的多优先级队列分析模型。

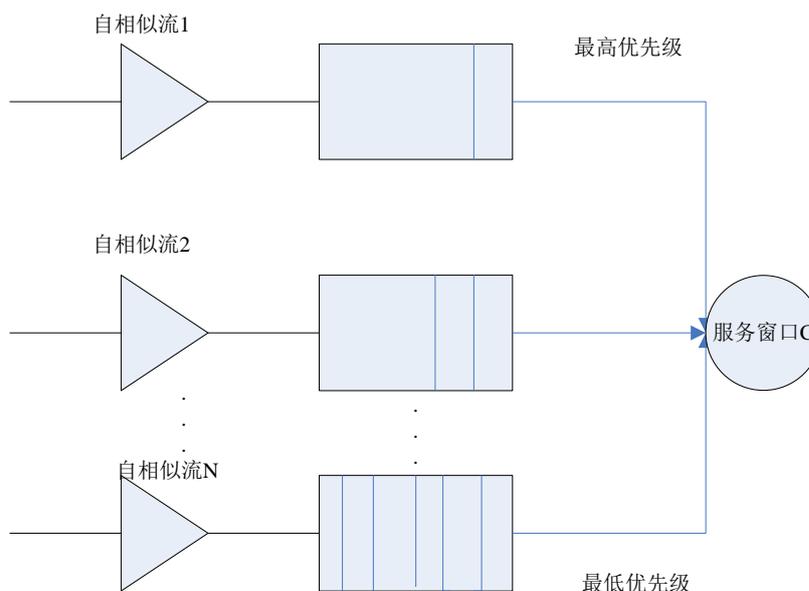


Figure 1. Multi-priority queue analysis model for self-similar flows

图 1. 自相似流的多优先级队列分析模型

在自相似模型中, ON-OFF 模型对于分析在智能电网数据业务有非常重要的作用。ON-OFF 模型是

一种连续的开环系统模型, 其具体的实施过程可以概述为: 多个分别独立的 ON-OFF 模型相互连接形成的开环模型。网络业务流中的一个 ON-OFF 过程如图 2 所示。

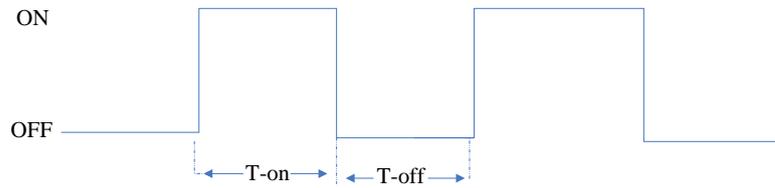


Figure 2. ON-OFF process
图 2. ON-OFF 过程

3.3. 基于 ON-OFF 模型的电力通信业务模型

本文采用三层 ON-OFF 叠加法构建业务源模型, 并通过设置业务参量, 进行业务仿真。在上述的三层构架的 ON-OFF 模型中, 拥有 7 个独立分布的参数:

- 1) 忙时会话系数, 记为 $BHSA$;
- 2) 每次会话包含的呼叫次数, 记为 N_{PC} ;
- 3) 每次呼叫包含的分组级数, 一记为 N_d ;
- 4) 分组包大小, 记为 S_d ;
- 5) 两次呼叫的时间间隔, 记为 D_{pc} ;
- 6) 两个分组的时间间隔, 记为 D_d ;
- 7) 数据包发送速率, 记为 R 。

ON-OFF 三层模型的具体执行过程如图 3 所示, 其中的随机数据发生器是由 7 个独立参数生成的。

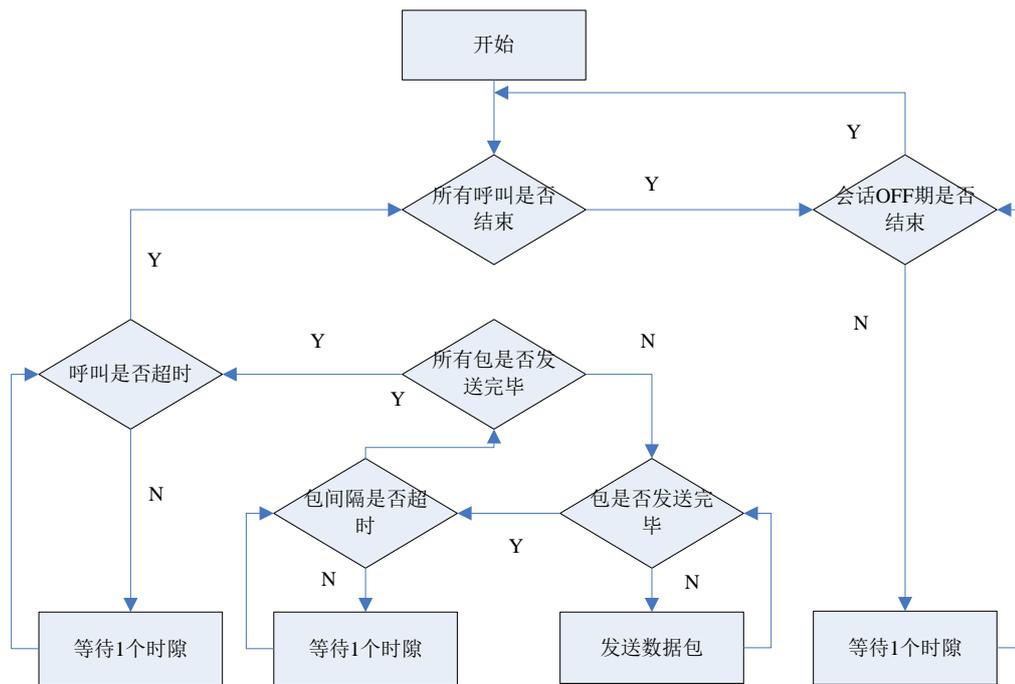


Figure 3. Abstract modeling structure diagram of a three-layer ON-OFF superimposed source generator
图 3. 三层 ON-OFF 叠加的源发生器的抽象建模结构图

其中会话 OFF 期持续时间服从如式(1)所示的均匀分布。一次会话的呼叫次数、一次呼叫的分组级次数、呼叫 OFF 期的间隔周期、分组包 OFF 期的持续时间是可以利用式(2)中的模型参数的, 其具体的均值对应为: N_{PC} 、 N_d 、 D_p 、 D_d 。分组包时间采用式(3)模型时, 均值可以表示为: S_d 。

$$P(x) = \begin{cases} 0, & \text{otherwise} \\ \frac{1}{b-a}, & x \in [a, b] \end{cases} \quad (1)$$

$$P(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \lambda e^{-\lambda x}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

$$P(\tau > t) \sim t^{-\alpha}, t \rightarrow \infty, 1 < \alpha < 2 \quad (3)$$

4. 仿真实验

本文以智能电网中数据集抄业务为例, 利用 OPNET 软件进行仿真实验, 对 7 个参数 BHSA、 N_{PC} 、 N_d 、 D_{pC} 、 D_d 、 S_d 、 R 的设置, 如表 1 所示。

Table 1. Data collective business parameter configuration of three-layer ON-OFF overlay source generator

表 1. 三层 ON-OFF 叠加的源发生器数据集抄业务参数配置

| 参数名称 | 上行 | 下行 |
|--------------|------------|------------|
| BHSA | 0.23 | 0.14 |
| N_{PC} | 4 | 4 |
| N_d | 124 | 33 |
| D_{pC} | 24 | 12 |
| D_d | 0.12 | 0.12 |
| S_d | 560 (byte) | 120 (byte) |
| R (kbit/S) | 128 | 64 |

单个 ON-OFF 业务模型的数据输出如图 4 所示。

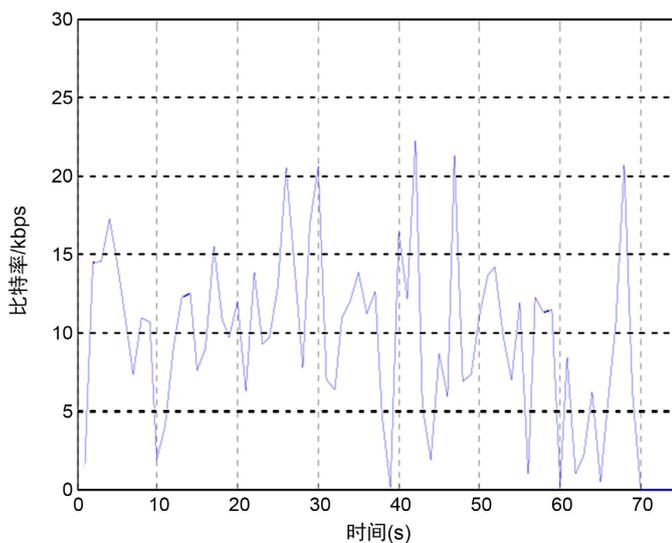


Figure 4. Single ON-OFF business source model collective business traffic curve

图 4. 单个 ON-OFF 业务源模型集抄业务流量曲线

选取 50 组数据运用 ON-OFF 模型进行训练, 从而得到对应的数据流图, 如图 5 所示。

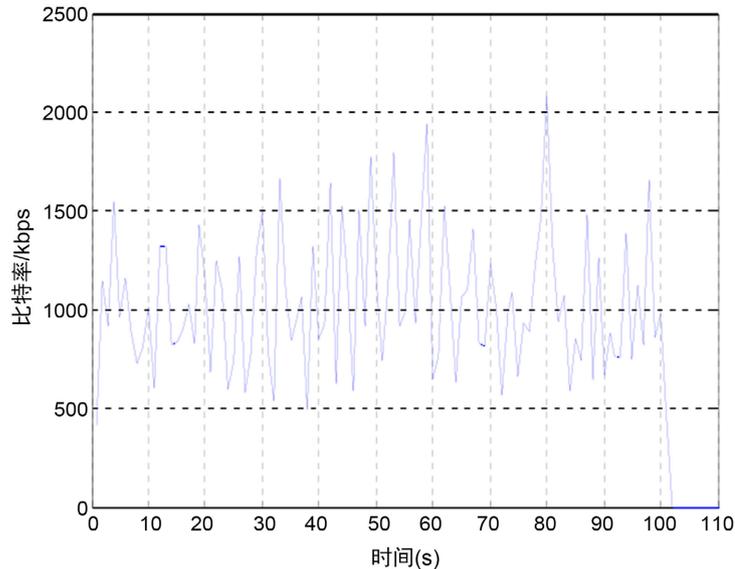


Figure 5. Summary of the collective business traffic curve
图 5. 汇总集抄业务流量曲线

通过对上述信源输出曲线进行自相似特征分析, 调整 Pareto 分布的 Hurst 参数, 可得到不同业务的速率、标准差、流量的最大瞬时数值和最小瞬时数值, 上述的参数模型还可以根据各自的使用环境信息, 不断地进行更新修正, 最终提供出精准的数据信息。

5. 结论

本文通过对基本话音业务模型的分析, 重点研究了智能电网中的数据业务模型, 分析了智能电网中的数据业务和传统话音业务的差异问题, 采用三层 ON-OFF 叠加法构建了业务源模型, 改进了业务模型中控制策略的选择问题, 并针对智能电网中的数据业务, 通过设置业务参量, 进行了业务仿真, 得到仿真结果, 为智能电网的数据分析提供了更可靠的数据支撑。

参考文献

- [1] 刘亚楠. 智能电网信息和通信技术的探讨[J]. 中国科技博览, 2013(24): 351.
- [2] 王成林. 智能电网信息和通信技术关键问题探讨[J]. 科技风, 2013(18): 170.
- [3] 苏斌. 智能电网时代电力信息通信技术的应用和研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2015.
- [4] 辛耀中, 石俊杰, 周京阳, 等. 智能电网调度控制系统现状与技术展望[J]. 电力系统自动化, 2015(1): 2-8.
- [5] 刘丙午, 周鸿. 基于物联网技术的智能电网系统分析[J]. 中国流通经济, 2013, 27(2): 67-73.
- [6] 黄毕尧, 郭经红, 权楠, 等. 国家电网公司智能电网 IPv6 应用探讨[J]. 电信科学, 2013, 29(9): 26-31.
- [7] 郭云飞, 梁云, 黄凤. 基于信息通信融合的电力业务模型研究[J]. 电力信息与通信技术, 2015, 13(2): 1-4.
- [8] 叶斌, 叶吉超, 夏通, 等. 构建智能电网信息通信技术标准体系的建议[J]. 工程技术(文摘版), 2016(10): 95.
- [9] 韩笑, 狄方春, 刘广一, 等. 应用智能电网统一数据模型的大数据应用架构及其实践[J]. 电网技术, 2016, 40(10): 3206-3212.
- [10] 孟凡博, 金鑫. 电力通信系统业务分类及运行方式的研究与应用[J]. 东北电力技术, 2014, 35(5): 49-51.
- [11] 李铭夏. 手机用户行为动力学及其复杂性[D]: [博士学位论文]. 上海: 华东理工大学, 2015.

- [12] 张倩倩. 面向配电网的电力通信流量分析和预测技术[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津大学, 2012.
- [13] 赵子岩, 樊剑辉, 金鑫, 等. 电力骨干通信网信息流模型与流量测算[J]. 电信科学, 2017, 33(5): 153-163.
- [14] 曹惠彬. 国家电网公司“十二五”通信网规划综述[J]. 中国数字电视, 2012, 32(2): 44-47.
- [15] 卢贺. 3G 网络数据业务建模和自相似性研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2012.