

基于 OPNET 的短波信道仿真设计

宋雨¹ 蒋序平² 叶酉荪²

(1. 通信指挥学院六系二十一队, 武汉, 430010;)

(2. 通信指挥学院通信指挥系通信兵作战指挥教研室, 武汉, 430010;)

yes_1028@chinaren.com

摘要: 短波通信在军事通信领域占有不可替代的地位, 对短波信道的建模和仿真一直是研究的重点和热点。在 OPNET 仿真软件中, 管道阶段的思想非常有利于对无线信道的建模, 但是, OPNET 中缺省的管道阶段并非特别针对短波信道, 在短波信道仿真方面还存在不足。因此, 本文在深入研究短波信道特性的基础上, 给出了基于 OPNET 短波信道建模和仿真的五点原则。遵照这些原则, 本文实现了一组短波信道管道阶段, 说明这五点原则及其应用是建立实用的 OPNET 短波信道仿真的基础。

关键词: 短波通信; 仿真; OPNET; 管道

Design of OPNET-Based HF Channel Simulation

SONG-Yu, JIANG Xuping, YE Yousun

PLA Commanding Communications Academy, Wuhan 430010, China

yes_1028@chinaren.com

Abstract: HF communication plays an irreplaceable role in military communication. HF channel simulation is one of important and focused topics. In OPNET simulation software, OPNET wireless channel pipeline stages are available for modeling and simulation of wireless channel. However, the default pipeline stages are not suitable for characteristics of HF channel, and they are not good enough to simulate HF channel. Five principles of OPNET-Based HF channel simulation are given in this paper. According to the principles, a set of pipeline stages of HF channel are also implemented. The principles and their application establishes a basis of practical HF channel simulation in OPNET.

Keywords: HF communication, simulation, OPNET, pipeline

1. 引言

短波通信在现代社会民用领域目前虽没有广泛使用, 但是由于其架设成本低、通信距离远等优点, 在军事通信领域仍然发挥着重要的作用。并且随着短波通信各种新技术如各种扩频技术、各种自适应技术、短波终端技术等等的产生更加促使短波通信加速发展, 其作用越来越重要[1][2]。相应地对短波信道的仿真研究也更具有必要性。

在众多计算机仿真软件中, Matlab、SPW、COSSAP 和 OPNET 等软件都可以对短波信道进行仿真模拟, 其中, OPNET 仿真软件是一种强大的网络仿真工具, 其在无线信道仿真方面有独特的 14 个无线信道管道阶段机制[3], 但是, 缺省管道阶段并非针对短波信道特性。因此, 进行短波信道仿真时必须对这 14 个管道阶段进行修改来反映短波信道特性。而论文给出的短波信道基本建模原则可以较好的指导 OPNET 无线信道管道阶段的修改。

2. OPNET 无线信道管道阶段简介

在 OPNET 无线信道仿真中, 对于每个发射和接收信道对, 它们之间的整个无线传输过程可以用一系列功能单一的子传输阶段的组合来描述, 这些传输阶段是仿真无线链路所涉及的一系列参数计算。有些无线链路的参数互为因果, 时间上有先后顺序, 所以传输阶段的排列顺序也应按照实际传输的先后来定。OPNET 无线信道管道阶段就是由这些互相关联的子传输阶段组成。

由于无线链路是一种广播媒介, 每次传输都可能影响到整个网络模型中一定范围内的多个收信机。而且, 每个收发机信道所反映的信道特性也不尽相同, 相应地在仿真中, 对于某个特定包的发送, 每个收信机的无线链路可能呈现不同的行为特征。因此每个收信机都必须执行不同的管道阶段。无线收发管道包括 14 个管道阶段[3], 阶段 0 在每对收发信机中只执行一次, 该阶段用于确定与发信机建立通信的各个收信机。阶段 1 计算传输时延, 即指数据包从发送第一个比特开始时间到最后—个比特发送完毕所需的时间。该阶段每次发送可能只执行一次。阶段 2 根据收发信机之间的视通性来判断是否可能通信。阶段 3 考虑的是收发信机之间的信道匹配问题, 用来判断接收的数据包是有效数据包、干扰数据包还是可忽略的数据包。这样可以避免管道序列无条件地顺序执行到最后, 提高了仿真效率。阶段 4 体现了发射信号能量被放大或衰减的现象。阶段 5 计算数据包在无线链路中所经历的那一部分时延。阶段 6 的功能是体现收信机天线增益, 其计算方法与阶段 4 的计算方法相同。阶段 7 通过一系列步骤和公式计算接收端接收到的有效数据包到达接收电台的有效功率。阶段 8 描述了同时到达接收信道的各个数据包间的相互影响。阶段 9 根据一系列公式可以计算出背景噪声功率。阶段 10 根据全面计算获得的接收功率、干扰噪声和背景噪声等参数来计算 SNR。阶段 11 的目的是根据 SNR 值得到比特错误概率。阶段 12 根据前一阶段得到的数据包的每一段误码率计算出数据包每一段数据中的误码数目。阶段 13 的作用是根据帧长度、收信机纠错门限设定和最后得到的误码个数, 决定此帧是否接收。

3. OPNET 短波信道建模的原则

3.1 设计短波信道模型要结合短波信道特性

无线通信信道的复杂性是造成无线通信系统复杂性的主要原因。短波通信(天波传输)借助电离层的反射达成超视距通信的目的, 在未来战争中具有不可替代的重要作用。但是, 短波信道是一种时变的色散信道, 它具有时间、频率、空间三种选择性衰落, 这些电离层特性的变化直接导致了在不同时间段内、不同频率上、不同地域间信道特性的变化[1]; 大量存在的业余无线电台和其它短波电台, 导致了复杂的基本电磁使用环境; 战场范围和战时的人为干扰, 使战场可用频率资源进一步恶化; 另外, 完整传输通道上天线设计、发射功率、接收天线特性、台站地理环境特征, 使各个通信点间的信道质量存在较大差异。总之, 实际的短波信道处于一种不断变化的状态之中。只有深入研究短波信道特性, 在设计短波信道模型之时, 该模型与实际短波信道的相似度应该尽可能大, 尽量全面体现短波信道主要传输特性。

3.2 设计短波信道模型要运用 OPNET 无线信道管道阶段

OPNET 仿真软件的 14 个无线信道管道阶段为无线通信中的信道仿真提供了仿真平台, 从无线信号发送到信号接收每个子传输阶段都由各个相应的管道阶段完成仿真。但是, 无线管道阶段均是针对视距通信, 所以, 尚不能直接使用该管道机制进行短波信道建模, 必须对其进行必要的修改。

修改中应秉承能够准确反映短波信道特性的原则。认真分析短波信道特性，参考无线管道阶段，从而建立符合短波信道特性的信道模型。考虑到无线通信的共同特点和短波信道的独特特性，十四个无线管道之中部分可以直接使用，部分应该省略弃用，而部分管道应做重点改造从而使其能够准确反映短波信道特性。结合短波信道特性修改后的管道阶段可以在以后进行短波网络研究及短波信道研究中发挥积极作用。

3.3 设计短波信道模型要借鉴已有研究成果

短波信道的研究，在信道实测数据、短波信道数学模型、各种与无线电传输有关的数学公式等领域的研究成果都日趋成熟。例如在短波信道数学模型方面就有：Watterson 模型、ITS 模型、子带并行——宽带窄带化模型、Watterson 模型加高斯延迟、Watterson 模型后接延迟特性滤波器、伪决定性信道模型等^[6]。在 OPNET 各无线信道管道阶段中应充分合理借鉴这些成果对信道进行修改，也可以在建模完成后进行验模工作。

3.4 设计短波信道模型要考虑短波信道模型仿真效率

建立短波信道模型，不仅需要考虑短波信道的逼真度，而且需要考虑仿真效率的高低。所建立的基于 OPNET 短波信道模型并不可能完全体现短波信道特性。如果将所有信道特性细节考虑于 OPNET 无线信道管道阶段中，势必会大大增加仿真时间，降低仿真效率，这样也将会使仿真失去意义。短波信道模型设计应该集中短波信道的主要特性进行建模。因此，为了确保短波信道仿真的可靠性和仿真效率，在仿真过程中必须认真分析对短波信道影响较大的几个因素，结合这样的因素建立短波信道模型，不仅会确保仿真效率，而且使得仿真结果有相当高的可信度。

3.5 设计的短波信道模型要能与短波通信网络仿真中的其他模型协同配合

基于 OPNET 的短波信道模型的建立不仅仅是为分析短波信道，同时也运用于基于 OPNET 的短波通信网络的全网仿真。短波信道模型需与短波通信网络仿真中其他模型相互配合，例如可能会参与到频率管理系统等模型中。因此设计短波信道模型必须考虑到与其它模型的协同配合，才能最终实现全网的仿真目标。

4. 基于 OPNET 的短波信道管道阶段的实现

本文遵照上述原则，对 OPNET 中的 14 个无线信道管道阶段做了以下修改，使其符合短波信道特性。

保留的管道有：传输时延阶段、信道匹配阶段、干扰噪声功率阶段、信噪比阶段、错误纠正阶段。

省去的管道有：发射机天线增益、收信机天线增益、误比特率阶段、错误分布阶段。

修改的管道有：接收主询阶段、物理可达性阶段、传播时延阶段、接收功率阶段、背景噪声功率阶段。

在完成无线信道管道修改之后，该组短波信道管道阶段在实践中得到了较好的效果，证明了这组短波信道管道功能能够反映短波信道的特性，同时也证明了上述五点原则的正确性。

5. 结束语

若将 OPNET 缺省的无线信道管道阶段运用于短波信道仿真,就必须对其进行修改。本文在深入研究短波信道特性的基础上,给出了基于 OPNET 短波信道建模和仿真的五点原则。遵照这些原则,本文实现了一组短波信道管道阶段,证明这五点原则及其应用是建立实用的 OPNET 短波信道仿真的基础。

下一步工作是进一步在仿真实践中运用该组短波信道管道阶段以验证其有效性。

参 考 文 献

- [1] 沈琪琪,朱德生. 短波通信 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2001.
- [2] 胡中豫. 现代短波通信 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
- [3] 陈敏. OPNET 网络仿真 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [4] 张铭, 窦赫蕾, 常春藤. OPNET Modeler 与网络仿真 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
- [5] 陈敏, 张金文, 韦岗. OPNET 无线信道建模 [J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(25): 62-70.
- [6] 唐万斌, 涂旭东, 李少谦. 短波通信中宽带信道建模方法与比较 [J]. 电子科技大学学报, 2003, 32(5): 555-559.